



KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020020031095

(43) Publication Date. 20020426

(21) Application No.1020010065191

(22) Application Date. 20011022

(51) IPC Code:

H04L 12/56

(71) Applicant:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

(72) Inventor:

HA, SANG HYEOK

KIM, MIN GU

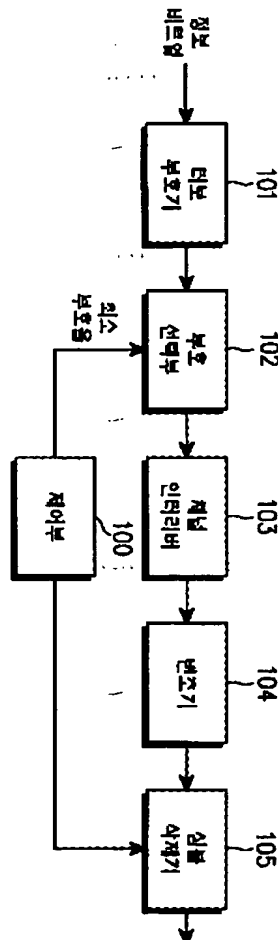
(30) Priority:

1020000062153 20001021 KR

(54) Title of Invention

METHOD AND APPARATUS FOR TRANSMITTING PACKET DATA OF MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: A method and apparatus for transmitting packet data of a mobile communication system is provided to improve the transmission throughput of the packet data by determining a length and a structure of a transmission packet so that one code word symbol(sub-code word symbol) is transmitted to one physical channel transmission frame.

CONSTITUTION: A code selecting unit(102) responds to the input of a PLP(Physical Layer Packet) information bit series and generates a plurality of sub-codes at same or different code rates. A control unit(100) determines a minimum code rate so that the number of modulation symbol corresponding to corresponding

sub-codes determined in time intervals in which the PLP information bit series is assigned is same to or more than the number of modulation symbols capable of being transmitted in each time interval. A symbol pruner(105) prunes symbols of the corresponding sub-codes so that the number of the modulation symbols corresponding to the number of symbols of the corresponding sub-codes is identical to the number of the modulation symbols capable of transmission when the number of the modulation symbols is more than the number of the modulation symbols capable of transmission.

© KIPO 2002

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 특2002-0031095
H04L 12/56 (43) 공개일자 2002년04월26일

(21) 출원번호 10-2001-0065191
(22) 출원일자 2001년10월22일
(30) 우선권주장 1020000062153 2000년10월21일 대한민국(KR)
(71) 출원인 삼성전자 주식회사
경기 수원시 팔달구 매탄3동 416
(72) 발명자 김민구
경기도수원시팔달구영통동973-3우성아파트822-406
하상혁
경기도수원시팔달구영통동948-4황골마을주공아파트108-2002
(74) 대리인 이건주

심사청구 : 있음

(54) 이동 통신시스템의 패킷 데이터 전송 방법 및 장치

요약

이동 통신시스템에서 패킷 데이터를 전송하는 방법 및 장치가 개시되어 있다. 본 발명의 장치는 물리적 층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 복수의 서브부호들을 발생시키는 발생기를 포함한다. 제어부는 상기 정보비트열이 할당되는 시간구간들 각각에서 미리 지정된 변조방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정한다. 심볼 삭제기는 상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 대응 서브부호의 심볼들을 삭제(pruning)한다.

대표도

도24

색인어

HARQ, TURBO CODES, PRUNING, PACKET CODE COMBINING

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 터보 부호를 사용하는 패킷 데이터 시스템에서 패킷 부호 결합(Packet code combining)과 패킷 다이버시티 결합(Packet diversity Combining)에 따른 성능차이를 그래프로 보여주는 도면.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 서브부호 생성장치를 보여주는 도면.

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 준보완 터보부호의 서브부호 집합에서 첫 번째 서브부호를 생성하기 위한 절차를 보여주는 도면.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 준보완 터보부호의 서브부호 집합에서 중간의 서브부호들을 생성하기 위한 절차를 보여주는 도면.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 준보완 터보부호의 서브부호 집합에서 마지막 서브부호를 생성하기 위한 절차를 보여주는 도면.

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.

도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.

도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.

- 도 10은 본 발명의 제5 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 11은 본 발명의 제6 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 12는 본 발명의 제7 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 13은 본 발명의 제8 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 14는 본 발명의 제9 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 15는 본 발명의 제1 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 16은 본 발명의 제2 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 17은 본 발명의 제3 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 18은 본 발명의 제4 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 19는 본 발명의 제5 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 20은 본 발명의 제6 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 21은 본 발명의 제7 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 22는 본 발명의 제8 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 23은 본 발명의 제9 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면.
- 도 24는 본 발명의 제1 실시예에 따른 패킷 데이터 전송 장치의 구성을 보여주는 도면.
- 도 25는 본 발명의 제2 실시예에 따른 패킷 데이터 전송 장치의 구성을 보여주는 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동 통신시스템의 데이터 전송에 관한 것으로, 특히 패킷 데이터를 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

통상적으로 이동 통신시스템에서 순방향 데이터 통신을 수행하는 경우, 이동국은 기지국으로부터 순방향(forward) 전용채널(DCH: Dedicated Channel)을 할당받아 데이터 패킷을 수신하게 된다. 상기 이동 통신시스템은 위성시스템, 디지털 셀룰러(Digital cellular), 동기방식(W-CDMA: Wide Code Division Multiple Access), 비동기방식(UMTS: Universal Mobile Telecommunication System) 등을 통칭한다. 상기 이동국은 상기 순방향 데이터 통신에 의해 성공적으로 수신되어진 패킷은 상위 계층으로 전달한다. 하지만, 오류가 발생한 패킷에 대해서는 소정의 재전송방식(Automatic Repeat Request; 이하 'ARQ'라 칭함)에 의해 기지국으로 재 전송을 요청한다. 상기 이동통신시스템에서는 상기 재전송방식으로 복합 재전송방식(Hybrid Automatic Repeat Request; 이하 'HARQ'라 칭함)을 사용한다. 상기 HARQ란 오류 정정 부호(Forward Error Correction; 이하 'FEC'라 칭함)와, 오류검출 시에 재전송을 요구하는 ARQ를 모두 사용하는 재전송방식이다. 이는 오류 검출시 채널 부호화방식(Channel coding scheme)을 사용하여 데이터 전송 효율성, 즉 처리율(throughput)을 높이고, 시스템의 성능을 개선하기 위한 전송방식이다. 상기 이동 통신시스템에서 주로 사용되는 채널 부호화방식으로는 컨벌루션 부호(convolutional codes)나 터보 부호(turbo codes) 등을 FEC로 하는 채널 부호화방식이 사용되었다.

한편, 상기 HARQ를 사용하는 시스템에서, 전송효율(throughput)을 개선하고자 할 경우 연성 결합(Soft combining)을 사용한다. 상기 연성 결합에는 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)과 패킷 부호 결합(packet code combining)이 있다. 일반적으로, 이 두 방식을 모두 연성 패킷 결합(Soft Packet Combining)이라고 말하며, 이 중 상기 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)은 상기 패킷 부호 결합(packet code combining)에 비하여 성능 면에서 차선의(sub-optimal) 방식이지만, 구현의 편의성 때문에 성능상의 큰 손실이 없는 경우 자주 사용된다.

또한, 패킷(Packet)을 전송하는 시스템에서 전송효율(Throughput)을 증가시키기 위해서 상기 패킷 부호 결합을 사용한다. 즉, 각각의 전송마다 전달되는 패킷(Packet)에 대하여 부호율이 상호 다른 부호를 전송하고, 수신측에서는 수신된 패킷에 오류가 검출되는 경우 수신 패킷을 소멸시키지 않고 저장한 뒤에 향후 재 전송되는 패킷과 연성결합(Soft Combining)을 행하게 된다. 이때 재전송되는 패킷은 상호 다른 부호가 사용될 수 있다. 즉, 상기 패킷 부호 결합은 부호율이 R인 N개의 패킷을 수신한 경우, 상기 N개의 패킷들을 결합(또는 조합)하여 실효 부호율(effective code rate)이 R/N인 부호로 전환한 뒤에 복호함으로써 부호이득(coding gain)을 얻는 방식이라 할 수 있다.

반면에 패킷 다이버시티 결합은, 각각의 전송마다 전달되는 패킷(Packet)에 대하여 부호율이 R인 동일한 부호를 사용하고, 수신측에서는 수신된 패킷에 오류가 검출되는 경우 이를 소멸시키지 않고 저장한 뒤에 향후 재 전송되는 패킷과 연성결합(Soft Combining)을 행하는 방식이다. 이때 재전송되는 패킷은 항상 동일한 부호가 사용된다. 따라서 패킷 다이버시티 결합은 랜덤채널에서 일종의 심볼 에너지의 평균화 과정(Symbol Averaging)으로 볼 수 있다. 즉, 상기 패킷 다이버시티 결합은 수신심볼 연성출력(soft output)을 평균함으로써 잡음전력감소 효과를 얻을 수 있고, 페이딩 채널에서 동일한 부호를 반복하여 전송하기 때문에 다중성 채널에서 제공되는 다중성이득(diversity gain)을 획득할 수 있다. 그러나, 패

킷 부호 결합에서의 부호 구조(Code structure)에 따른 추가적인 부호 이득(Coding Gain)을 제공하지는 못한다.

현재까지의 패킷 통신시스템에서는 구현의 용이함 때문에 대부분 패킷 다이버시티 결합을 사용하고 있으며, 특히 패킷 데이터의 전송을 위한 이동 통신시스템인 동기방식의 IS-2000 시스템과 비동기방식의 UMTS 시스템 등에서 이러한 방식이 고려되고 있다. 그러나 이는 기존의 패킷 통신 시스템들이 대부분 길쌈부호(Convolutional codes)를 사용하였고, 길쌈부호의 경우 부호율이 낮은 부호(codes)를 사용하는 경우 상기 패킷 부호 결합을 사용한다 해도 그리 큰 이득이 제공되지 않기 때문이었다. 즉, $R=1/3$ 사용하는 시스템에서 재전송을 지원하는 경우, 상기 패킷 다이버시티 결합을 사용하는 경우와 패킷 부호 결합을 사용하는 경우의 성능차이가 그리 크지 않기 때문에 구현의 용이함을 고려하여 패킷 다이버시티 결합을 사용하였다. 그러나 오류정정부호(Forward Error Correction Codes: FEC)인 터보 부호를 사용하는 경우에는 이러한 기존의 개념과는 다른 방식이 요구된다. 왜냐하면 터보 부호는 반복 복호(Iterative decoding)에 의해서 그 성능이 'Shannon Channel Capacity limit'에 근접하도록 설계된 오류정정부호이며, 부호율에 따른 성능의 차이가 상기 길쌈 부호(Convolutional codes)와는 달리 분명하게 존재하기 때문이다. 즉, 이러한 점들을 고려할 때 터보부호를 재전송에 사용하는 패킷통신 시스템에서는, 패킷 부호 결합 방식을 사용하는 것이 성능을 최적화하는 방법이라 할 수 있다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 이동 통신시스템에서 패킷 데이터를 전송하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 패킷 데이터의 전송을 위한 이동 통신시스템에서 터보 부호에 의해 서브 부호를 생성하고 이 생성된 서브 부호를 전송하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 이동 통신시스템에서 패킷 데이터를 초기 전송 및 재전송할 시 터보 부호에 의해 서브 부호를 생성하고 이 생성된 서브 부호를 전송하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 이동 통신시스템에서 패킷 데이터의 전송할 시 터보 부호에 의해 생성되는 서브 부호에 대응하는 변조 심볼의 수와 전송가능한 변조 심볼의 수를 일치시켜 전송하는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

이러한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제1 견지에 따르면, 패킷 데이터 전송 장치는 물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 서브부호 발생기를 포함한다. 제어부는 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들 각각에서 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정한다. 심볼 삭제기는 상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 대응 서브부호의 심볼들을 삭제(pruning)한다.

바람직하기로, 상기 심볼 삭제기는 상기 대응 서브부호의 후반부 변조 심볼들을 삭제한다.

바람직하기로, 상기 심볼 삭제기는 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서, 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들을 삭제한다.

본 발명의 제2 견지에 따른 패킷 데이터 전송 장치의 서브부호 발생기는, 물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생한다. 제어부는 상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정한다. 채널 인터리버는 상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙한다. 변조기는 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 상기 대응 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조 심볼들을 생성한다. 심볼 삭제기는 상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 생성된 변조심볼들을 삭제한다.

바람직하기로, 상기 심볼 삭제기는, 상기 생성된 변조심볼들의 후반부 심볼들을 삭제한다.

바람직하기로, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서, 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 삭제한다.

본 발명의 제3견지에 따른 패킷 데이터 전송 장치의 서브부호 발생기는 물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생한다. 제어부는 상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정한다. 채널 인터리버는 상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙한다. 심볼 삭제기는 상기

채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제한다. 변조기는 상기 삭제되고 남은 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 전송을 위한 변조심볼들을 생성한다.

바람직하기로, 상기 심볼 삭제기는, 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 후반부 심볼들을 삭제한다.

바람직하기로, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서, 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제한다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 동일 부호를 가지도록 하였다. 또한 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

하기에서는 우선 통신시스템(예: IS-2000 시스템, UMTS 시스템과 같은 이동 통신시스템 등)에서 패킷 데이터의 전송이나 재전송에 사용되는 터보 부호에 대해 패킷 부호 결합 방식이 요구된다는 사실이 설명될 것이다. 다음에, 본 발명의 실시예에 따라 터보 부호를 사용하여 서브 부호를 생성하는 동작이 설명될 것이다. 마지막으로, 본 발명의 실시예에 의해 생성된 서브 부호에 따라 패킷을 전송하는 동작이 설명될 것이다. 특히 본 발명의 실시예에 따른 패킷 데이터 전송 동작을 설명함에 있어서는 서브 부호에 대응하는 변조 심볼들의 수가 전송가능한 변조심볼들의 수보다 큰 경우에 그 차이만큼의 심볼들을 삭제(pruning)하는 동작이 설명될 것이다. 상기 서브 부호란 터보 부호의 부호율(모부호율)보다 작은 부호율을 가지는 부호로 패킷 부호 결합 방식에서 각각 사용되는 부호들을 의미한다. 즉, 통신시스템에서 패킷 데이터를 재전송할 시 처리율(throughput)을 향상시키기 위해 이전에 전송된 패킷을 보다 작은 크기의 패킷으로 분할하여 전송할 시 각 분할된 패킷의 전송에 사용되는 부호를 의미한다. 이러한 서브 부호는 이전에 사용된 서브 부호와 동일한 부호율 또는 다른 부호율을 가지는데, 이에 대한 보다 구체적인 개념 및 의미는 후술되는 설명으로부터 보다 명확해질 것이다.

A. 패킷 부호 결합의 필요성

1. 패킷 부호 결합 & 패킷 다이버시티 결합

이미 종래 기술에서 언급한 바와 같이 컨벌루션 부호(convolutional codes)의 경우에 부호율(code rate)이 작은 경우 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)과 패킷 부호 결합(packet code combining) 사이에 성능 차이가 그리 크지 않은 것으로 알려져 있다. 그러나, 터보부호의 경우에는 컨벌루션 부호와는 달리 그 차이가 매우 크며, 패킷 부호 결합(packet code combining)이 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)에 비하여 상당한 성능 이득이 제공된다. 따라서 이러한 성질을 터보 부호를 사용하는 Hybrid ARQ 11/111 방식에 적용하여 상당한 처리율(throughput)의 개선을 얻을 수 있다.

도 1은 터보부호에 대한 패킷부호결합과 패킷 다이버시티결합 사이의 성능차이를 그래프로 도시한 도면이다. 도시된 바와 같이, 동일한 심볼에너지(E_s)를 가정하는 경우 낮은 부호율(1/6)의 터보부호는 높은 부호율(1/3)의 터보부호에 비해 상당한 성능이득을 가짐을 알 수 있다. 또한, 패킷 부호 결합에 의한 성능이득이 3dB 정도임을 알 수 있다. 종합해 볼때, 부호율 1/3인 터보부호를 부호율 1/6인 서브부호들을 패킷 부호 결합하여 생성하게 되면, 1/3보다 낮은 부호율을 사용함으로써 얻는 이득과 다른 부호를 결합(부호결합)함으로써 얻는 이득을 동시에 얻을 수 있다.

상세히 살펴보면, 동일한 부호 심볼 에너지(coded symbol energy) E_s 와 동일한 부호율을 가정할 때, 터보부호는 길쌈부호와 달리 반복(iteration) 복호(decoding)가 충분히 제공되는 경우, 'Shannon Channel Capacity limit'에 근접하는 성능을 부호율에 따라서 제공한다. 다시 말해, 동일한 E_s 를 가정하는 경우, 낮은 부호율의 터보 부호는 높은 부호율의 터보 부호에 비하여 상당한 성능이득을 제공하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 부호율이 $R=1/3$ 에서 $R=1/6$ 로 감소하는 경우 'Shannon Channel Capacity limit'의 변화를 분석해서 그 성능차이를 예측할 수 있다. 여기서 하이브리드 ARQ(Hybrid ARQ)를 사용하는 시스템에서는 재전송마다 동일한 심볼 에너지 E_s 를 사용하므로, 상기 도 1에서의 성능곡선은 $R=1/3$ 의 경우나 $R=1/6$ 의 경우나 동일한 심볼에너지 E_s 를 가정한 것이다. 여기서 주의할 부분은 HARQ를 사용하지 않는, 즉 재전송을 사용하지 않는 이동통신시스템의 경우 기존의 부호율(code rates)에 따른 터보부호의 성능 분석을 부호율 R 의 감소로 인한 심볼 에너지(symbol energy)의 감소를 고려해서 비교하였다. 이에 반하여 HARQ를 사용하는 이동통신시스템에서는 재전송마다 동일한 심볼 에너지(symbol energy) E_s 를 사용하므로 $R=1/3$ 의 경우나 $R=1/6$ 의 경우나 동일한 심볼 에너지(symbol energy) E_s 를 가진다.

도시된 바와 같이, 부가적 백색 가우시안 잡음(AWGN : Additive White Gaussian Noise)채널의 가정 하에, $R=1/3$ 의 부호를 2번 반복해서 패킷 다이버시티 결합하는 경우, 심볼 에너지 대 잡음비(E_s/N_0) 면에

서 최대 3dB의 이득을 가지며, R=1/6 부호를 사용하는 경우에도 마찬가지이다. 따라서 부호율에 따른 부호의 성능비교에서 사용하는 Eb/No를 기준으로 그린 터보 부호의 성능곡선에서, R=1/3의 성능곡선이 패킷 다이버시티 결합에 의한 이득(gain)으로 +3dB 스케일(scale)만큼 왼쪽으로 평행 이동되고, R=1/6 터보부호의 성능곡선도 R=1/3과 동일한 심볼 에너지를 사용하는 가정 하에 +3dB 스케일(scale)만큼 왼쪽으로 평행 이동되므로, R=1/3 터보부호와 R=1/6 터보 부호의 성능곡선의 차이가 패킷 다이버시티 결합과 패킷 부호 결합 사이에 제공되는 성능차이가 된다. 이러한 부호율(code rates)에 따른 성능차이는 'Shannon Channel Capacity limit'에 의해서 예측가능하며, 최소의 성능차이는 최소 요구되는 신호대잡음비(minimum required S/N)를 사용하여 구할 수 있다.

2. Minimum Required Eb/No for code rates

일반적으로, 부호율(Code rate)이 R이고 부호기의 블록 사이즈(encoder block size)가 매우 큰 터보 부호를 사용하는 시스템에서, 오류가 전혀 발생하지 않는(즉, error free) 채널을 제공하기 위한 최소 에너지대잡음비(Eb/No)는 하기의

(수학식 1)과 같이 결정된다.

$$Eb/No > (4^R - 1)/2R$$

상기

(수학식 1)에 따르면, AWGN에서 각각의 부호율(code rates)에 따른 터보 부호에서 요구되는 최소의 Eb/No 즉, 최소 요구 에너지대잡음비(minimum required Eb/No)는 하기

(표 1)과 같다. 하기

(표 1)에서 대표 에너지대잡음비(Typical Eb/No)는 터보 부호의 부호화 블록 사이즈(encoding block size) L이 1024일 때 비트에러율(Bit error rate : BER)이 0.00001보다 작게 하기 위해서 요구되는 Eb/No를 나타낸다.

[표 1]

Code rates	Required Eb/No (dB)	Typical Eb/No (db) for BER=10 ⁻⁵
3/4	0.86	3.310
2/3	0.57	2.625
1/2	0.00	1.682
3/8	-0.414	1.202
1/3	-0.55	0.975
1/4	-0.82	0.756
1/5	-0.975	0.626
1/6	-1.084	0.525
0	-1.62	NA

상기

(표 1)에서 부호율(Code rate)이 3/4, 2/3, 1/2, 3/8, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6 인 경우에 각각 요구되는 Eb/No는 각각 0.86, 0.57, 0.0, -0.414, -0.55, -0.82, -0.975, -1.084 (dB)임을 알 수 있다. 또한, 상기

(표 1)에서 부호율 R=1/3인 부호를 사용하는 시스템과 부호율 R=1/6인 부호를 사용하는 시스템 사이에는 최소한 0.53dB 이상의 성능차이가 있음을 알 수 있다. 이는 'Shannon Channel Capacity limit'에 따른 최소의 성능차이이다. 따라서, 실제 구현 가능한 복호기와 시스템 환경을 고려하면 그 차이는 이 보다 증가한다. 실제로 시뮬레이션에 의한 성능 차이에 따르면, R=2/3 부호를 사용하고 패킷 부호 결합을 사용하는 시스템과 동일한 부호율 R=2/3를 사용하여 패킷 다이버시티 결합을 사용하는 시스템 사이에는 약 1.12dB의 성능차이가 있음을 알 수 있다.

하기

(표 2)는 서브부호 부호율(sub code rate)로 2/3을 사용하는 시스템에서 한번의 재전송을 사용한 경우에 패킷 부호 결합을 사용하는 경우와 패킷 다이버시티 결합을 사용하는 경우의 성능차이를 보여준다. 하기

(표 2)에서 보듯이 최소의 성능차이가 1.12dB이므로 터보 부호를 사용하는 시스템에서 패킷 부호 결합이 많은 성능 이득을 가지는 것을 알 수 있다.

[표 2]

Items	Packet Combining	Code Combining
Mother code rate R_m	1/3 (X, Y0, Y'0) in Figure 1	1/3 (X, Y0, Y'0) in Figure 1
Block size (L)	496	496
Maximum number of iterations	8	8
Number of transmissions	2	2
Actual Tx code rate R_e for each transmission	2/3(by puncturing)	2/3(by puncturing)
Redundancy selection	Identical pattern for all transmissions.	Different pattern for all transmissions.
Soft Combining	Packet diversity combining	Packet code combining
Gain through retransmissions	Symbol repetition gain	Coding gain for low rate codes
Minimum required E_b/N_0 in Table 1	+0.57(dB)	$R=2/3$ +0.57(dB) $R=2/6$ -0.55(dB)
Required E_b/N_0 at 2'nd retransmissions	+0.57-3.0(dB)	-0.55-3.0(dB)
Relative performance gain	0	1.12(=0.57+0.55) dB
Simulated relative gain (@ BER= 10^{-5})	0	2.5(dB)

이상에서 살펴본 바와 같이, 터보 부호(Turbo codes)를 사용하는 재전송 시스템은 패킷 부호 결합방식을 사용하는 것이 우수한 성능을 가질 수 있다. 따라서, 본 발명은 터보부호를 사용하는 재전송 시스템에서 최적의 패킷 부호 결합을 위한 서브부호의 생성에 관한 것임을 밝히는 바이다. 즉, 본 발명에서 제안하는 소정 규칙에 의해 패킷부호결합을 위한 서브부호를 생성하면, 앞서 설명한 부호 결합(code combining)에 의한 이득을 얻을 수 있고, 동일한 양의 재전송을 요구하는 시스템의 성능을 최대로 개선시킬 수 있다.

후술되는 본 발명은 터보부호를 사용하는 재전송 시스템에서 최적의 패킷부호결합을 위한 서브부호를 생성하기 위한 방법을 제시하고, 이러한 부호를 사용하여 패킷부호결합과 패킷다이버시티결합을 데이터율(data rate)에 따라서 가변적으로 사용하는 시스템을 제안하며, 이러한 시스템이 가지는 장점과 성능이득에 관해서 기술할 것이다. 또한, 이러한 시스템을 운영하기 위한 HARQ방식의 프로토콜에 대해 설명할 것이다.

상기 데이터율에 따라 패킷부호결합과 패킷다이버시티결합을 가변적으로 사용하는 시스템의 동작을 살펴보면 다음과 같다.

예를 들어, $R=1/5$ 터보 부호를 사용하는 시스템의 경우, 재 전송된 패킷들로부터 연성결합(soft combining)에 의해 구한 부호어(code word)의 전체 부호율(overall code rate)이 $1/5$ 이 되기까지는 패킷 부호 결합(packet code combining)을 사용하고, 이후부터 재 전송되는 패킷들에 대해서는 우선 패킷 다이버시티 결합(packet diversity combining)을 사용하고 이어서 패킷 부호 결합을 사용한다. 즉, 처음 전송하는 패킷의 부호율이 $1/3$ 인 경우 다음 번 재전송 요구 때에는 전체 부호율(Overall code rate)이 $1/5$ 이 되도록 나머지 리던던시(redundancy)를 전송한다. 따라서 수신기가 두개의 패킷들(packets)을 모두 수신하면 전체 부호율(overall code rate)이 $1/5$ 이 된다. 그리고 이후에 전송되는 패킷들에 대해서는 각각을 반복해서 전송하고, 수신기는 패킷 다이버시티 결합을 사용한 후에 부호율 $1/5$ 를 기준으로 재전송 패킷을 패킷 부호 결합한다.

B. 서브부호 생성

1. 서브부호 생성 장치

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 터보부호를 이용해 서브부호를 생성하기 위한 장치를 도시하고 있다. 도시된 바와 같이, 상기 서브부호를 생성하기 위한 장치는 크게 터보부호기와, 서브부호 발생기(204)와 제어기(205)로 구성된다.

먼저, 상기 터보부호기를 살펴보면, 제1구성부호기 201은 입력되는 정보비트열을 부호화하여 제1부호심볼들(정보심볼들(X), 제1패리티심볼들(Y0, Y1))을 출력한다. 인터리버 202는 상기 입력되는 정보비트열을 주어진 규칙에 의해 인터리빙하여 출력한다. 제2구성부호기203은 상기 인터리버 202로부터 출력되는 상기 인터리빙된 정보비트열을 부호화하여 제2부호심볼들(정보심볼들(X'), 제2패리티심볼들 (Y'0,Y'1))을 출력한다. 따라서, 터보부호기의 출력 심볼들은 상기 제1구성부호기(201) 및 상기 제2구성부호기(203)에서 출력되는 상기 제1 및 제2부호심볼들이 된다. 여기서, 상기 제2구성부호기(203)에서 발생하는 정보심볼들(X')는 실제로 전송되지 않으므로 상기 터보부호기의 부호율은 '1/5'이 된다.

서브부호발생기 204는 상기 제1구성부호기201 및 203으로부터 출력되는 상기 제1 및 제2부호심볼들을 입력하고, 제어부 205의 제어하에 상기 부호심볼들을 소정 규칙에 의해 천공 및 반복하여 서브부호를 발생한다. 상기 제어부 205는 후술되는 도 3 내지 도 5의 알고리즘을 통해 생성한 천공(및 반복) 매트릭스들을 메모리에 저장해 놓고, 상기 천공 매트릭스에 따른 심볼선택신호를 상기 서브부호 발생기 204로 출력한다. 그러면, 상기 서브부호 발생기 204는 상기 심볼선택신호에 의해 상기 터보부호기로부터의 소정 천공범위에 속하는 부호심볼들중 소정 개수의 심볼들을 선택하여 서브부호를 생성한다.

상술한 바에 따르면, 기호 X,Y0, Y1,Y'0,Y'1는 각각 다음과 같이 정의된다.

X: 정보심볼들(Systematic code symbol 또는 Information symbols)

Y0: 터보부호기의 상위 구성부호기로부터의 리던던시(또는 패리티) 심볼들 (Redundancy symbol(or parity symbol) from the upper component encoder of Turbo encoder)

Y1: 터보부호기의 상위 구성부호기로부터의 리던던시(또는 패리티) 심볼들 (Redundancy symbol(or parity symbol) from the upper component encoder of Turbo encoder)

Y'0: 터보부호기의 하위 구성부호기로부터의 리던던시(또는 패리티) 심볼들 (Redundancy symbol(or parity symbol) from the lower component encoder of Turbo encoder)

Y'1: 터보부호기의 하위 구성부호기로부터의 리던던시(또는 패리티) 심볼들 (Redundancy symbol(or parity symbol) from the lower component encoder of Turbo encoder)

2. 서브부호 생성 절차

이하 설명되는 도 3 내지 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 터보부호를 가지고 서브 부호(또는 천공 매트릭스)들을 생성하기 위한 절차를 도시하고 있다. 특히, 도 3은 상기 서브 부호들의 집합에서 첫 번째 서브부호(C₀)를 생성하기 위한 절차이고, 상기 도 4는 첫 번째와 마지막 서브부호를 제외한 중간의 서브 부호들(C₁~C_{S-2})을 생성하기 위한 절차이며, 상기 도 5는 마지막 서브부호(C_{S-1})를 생성하기 위한 절차를 보여준다.

한편, 이하 설명에서 ENC1(이하 '제1부호심볼들'이라 칭함)은 터보부호기에서 발생하는 부호심볼들 중 제1구성부호기(201)에서 발생하는 정보심볼들(X)과 제1패리티심볼들(Y0,Y1) 통칭하는 의미이고, ENC2(이하 '제2부호심볼들'이라 칭함)는 제2구성부호기(203)에서 발생하는 제2패리티심볼들(Y'0,Y'1)을 칭하는 의미이다.

상기 도 3을 참조하면, 먼저 401단계에서 송신기에서 제공할 수 있는 최대의 부호율 R_{max}를 정한다. 이는 사용하는 시스템의 전송 데이터율에 의해서 결정되며 대부분 주어지는 값이 된다. 그리고 상기 주어지는 최대 부호율 R_{max}=(k/n)의 정수배가 될 수 있는 최소의 부호율 R_{min}을 정한다. 물론 상기 최소 부호율은 임의로 결정할 수 있으나 통상은 1/6 혹은 1/7 이하의 부호율을 사용한다. 이는 터보 부호의 경우 R=1/7 이하에서는 부호율 감소에 따른 부호이득(Coding Gain)이 포화되는 성향을 보이기 때문이다. 그리고, 수신단 복호기의 실제 부호율(R, 모 부호율)을 정한다. 상기 모 부호율(R)은 상기 최소부호율 R_{min} 보다 크게 설계한다.

실제 시스템 구현시, 상기 최대 부호율 R_{max} 및 최소 부호율 R_{min}은 미리 정해지는 값이다. 다른 의미로, 상기 최대 부호율 R_{max}는 생성하고자 하는 서브부호의 부호율(subcode code rate)을 나타내고, 상기 최소 부호율 R_{min}은 서브부호들을 부호 결합(code combing)했을 때 만들어지는 목표(target) 부호의 부호율을 나타낸다. 일반적으로, 상기 최소 부호율은 송신기에서 사용하는 부호기의 부호율이다.

상기 최대 부호율(R_{max}) 및 최소 부호율(R_{min})이 주어지면, 403단계에서 상기 최대 부호율 R_{max}과 최소 부호율 R_{min}을 가지고 하기

(수학식 2)를 이용해 서브 부호의 개수(S)를 구한다. 여기서, 상기 서브부호들의 수(또는 천공 매트릭스의 개수)는 상기 R_{max} 대 R_{min}의 비 값을 넘는 최소 정수로 정해진다.

$$\lceil R_{\max}/R_{\min} \rceil$$

여기서, $\lceil \cdot \rceil$ 는 *의 값과 동일하거나 큰 최소정수를 나타낸다.

상기 서브부호들의 수를 구한 후, 405단계에서 변수 m을 '1'로 초기화하고, 407단계에서 C(=m×k)를 결정한다. 여기서, 상기 C는 각 천공 매트릭스의 열(column)의 수(또는 크기)를 나타낸다. 여기서, 상기 천공 매트릭스의 열의 수 C는 상기 최대 부호율 R_{max}에 의해 결정된다. 예를 들어, 상기 최대 부호율이 3/4 인 경우, 상기 열의 수 C는 3,6,9,...가 될 수 있으며, 초기전송 서브부호 생성시 상기 열의 수C는

상기 가능한 크기들 중 최소의 값으로 결정한다. 여기서, 상기 최대 부호율 R_{max} 를 '3/4'로 가정하였기 때문에, 상기 천공 매트릭스의 열의 수 C 는 '3'으로 설정한다.

그리고, 상기 407단계에서 상기 변수 m 과 상기 최대 부호율의 부호심볼수(n , 분모)을 곱해 상기 천공 매트릭스내에서 선택되는 심볼들의 수 N_s 를 결정한다. 상기 변수 N_s 는 각 천공 매트릭스 내에서 선택되는 심볼들의 수(또는 선택되는 위치들의 수)를 나타낸다. 또한, 상기 선택되는 심볼들의 수 N_s 는 상기 열들의 수 C 에 대해 C/R_{max} 에 의해 정해지기도 한다.

그리고, 409단계에서 상기 천공 매트릭스 내에서 선택되는 심볼들의 수 N_s 와 상기 천공 매트릭스의 열들의 수의 차가 송신기에서 제공되는 터보부호기내의 구성부호기(constituent encoder 또는 component encoder)들의 수와 동일하거나 큰지를 검사한다. 현재 제안되어 있는 터보부호기들은 도 2에 도시된 바와 같이 통상 2개의 구성부호기들로 구성된다. 따라서, 상기 구성부호기들의 수를 2로 가정한다. 즉, 409단계에서 상기 선택되는 심볼들의 수 N_s 와 상기 열들의 수 C 의 차가 '2' 이상인지를 검사한다. 이렇게 하는 이유는 터보부호기가 기존의 다른 단일부호를 사용하는 부호기와 달리 도 2에서 보듯이 두 개의 구성부호기(Component encoder)들(ENC1 및 ENC2)이 인터리버에 의해서 병렬로 연결된 구조를 갖기 때문이다. 즉, 터보부호기의 고유의 특성을 보존하기 위해서는, 정보심볼들을 모두 전송한 후 상기 복수의 구성부호기들의 각각에서 발생하는 패리티심볼들 중 적어도 하나씩은 전송되어야 한다.

예를 들어, 상기 천공 매트릭스 내에서 선택되는 심볼들의 수 N_s 에서 상기 열들의 수 C 를 감산한 값이 '2'보다 작으면 결국 상기 제1 및 제2패리티심볼들 중 1개의 심볼만을 선택할 수 있다. 이 경우, 이 한 개의 심볼을 제1패리티심볼들 중에서 선택하거나 혹은 제2패리티심볼들 중에서 선택해야 되는데, 두 경우 모두 터보부호의 관점에서 큰 문제점을 지니고 있다. 첫 번째의 경우에는 제2패리티심볼들에서 선택되는 심볼이 전혀 없다. 결국, 이렇게 생성된 서브 부호는 터보부호가 아닌 제1구성부호기만으로 구성된 $K=4$ 인 길쌈부호(convolutional codes)가 되고 터보부호가 가지는 터보 인터리버의 이득을 전혀 제공하지 못하는 결과를 초래한다. 두 번째의 경우에도 제1구성부호기에서 보면 정보심볼(systematic symbol)만이 전송되고 패리티 심볼이 전혀 없으므로 부호율이 1인 부호가 되며, 부호율이 1이므로 부호이득(coding gain)이 전혀 없는 부호화하지 않은 무부호화 시스템(uncoded system)이 된다. 따라서 터보부호기의 성능을 제공하기 위해서는 최소한 상기 선택되는 심볼들의 수 N_s 에서 상기 열들의 수 C 를 감산한 값이 2보다 크거나 같아야 한다.

만일, 상기 409단계의 조건을 만족하면, 411단계로 진행하여 상기 천공 매트릭스에서 상기 C 개의 정보심볼들을 선택한 후 미리 정해진 타입(TYPE)에 따라 나머지 심볼들을 선택한다. 타입1인 경우, 413단계로 진행하여 하기

(수학식 3에 의해 제1패리티심볼들과 제2패리티심볼들 중에서 상기 나머지 심볼들을 선택한 후 종료한다. 여기서, 상기 제1패리티심볼들에서 선택되는 심볼들의 수가 상기 제2패리티심볼들에서 선택되는 심볼들의 수와 동일하거나 크게 한다. 예를 들어, 상기 나머지 심볼들의 수(N_s-C)가 30이면 하기

(수학식 3에 의해 제1패리티심볼들에서 2개의 심볼들을 선택하고, 제2패리티심볼들에서 한 개의 심볼을 선택하게 된다.

$$\lfloor (N_s - C) / 2 \rfloor \text{ ENC1}(\text{parity})$$

$$\lfloor (N_s - C) / 2 \rfloor \text{ ENC2}(\text{parity})$$

여기서, $\lfloor * \rfloor$ 는 상기 $*$ 의 값과 동일하거나 작은 최대정수를 나타냄.

한편, 타입2인 경우 415단계로 진행하여 하기

(수학식 4에 의해 제1패리티심볼들과 제2패리티심볼들에서 상기 나머지 심볼들을 정해진 비율에 따라 선택한 후 종료한다. 여기서, a 와 b 를 각각 상기 제1 및 제2패리티심볼들에서 선택되는 심볼선택 분배비라 할 때, 상기 제1패리티심볼들에서 $a(N_s-C)$ 대 $a+b$ 의 비값과 동일하거나 큰 최소정수의 심볼들을 선택하고, 상기 제2패리티심볼들 중에서 $b(N_s-C)$ 대 $a+b$ 의 비값과 동일하거나 작은 최대정수의 심볼들을 선택한다.

$$\lfloor a(N_s - C) / (a + b) \rfloor \text{ ENC1}(\text{parity})$$

$$\lfloor b(N_s - C) / (a + b) \rfloor \text{ ENC2}(\text{parity})$$

$a+b=1$, 여기서 a, b 는 ENC1 및 ENC2의 심볼선택분배비를 나타냄.

한편, 409단계의 조건을 만족하지 않으면, 즉 상기 천공 매트릭스 내에서 선택되는 심볼들의 수 N_s 와 상기 천공 매트릭스의 열들의 수 C 의 차가 상기 터보부호기의 구성부호기들의 수보다 작으면, 417단계로 진행하여 상기 변수 m 을 '1'만큼 증가시킨 후 상기 407단계로 되돌아간다. 즉, 상기 409단계는 현재 정해진 천공범위(천공 매트릭스의 크기)에서 터보부호의 특성을 보존할 수 있는 서브부호를 생성할 수 있는지 여부를 결정하는 단계이다. 만일, 터보부호의 특성을 보존할 수 없으면, 상기 417단계에서 천공범위(천공 매트릭스의 크기)를 확장시킨후 상기 407단계로 되돌아가 이하 단계를 재 수행한다.

상술한 바와 같이, 초기 천공 매트릭스는 기본적으로, 터보부호기로부터의 심볼들 중 정보심볼들을 모두

선택하고, 제1 및 제2패리티심볼들 중에서 각각 적어도 하나의 심볼을 선택할 수 있도록 구성된다.

이하 상기 도 4를 참조하여 중간의 천공 매트릭스들($C_1 \sim C_{S-2}$)을 생성하기 위한 방법을 설명한다. 상기 도 4를 반복 수행하여 C_1 에서부터 C_{S-2} 까지의 천공 매트릭스들을 생성한다.

상기 도 4를 참조하면, 미리 정해진 타입에 따라 501단계 혹은 503단계를 수행한다. 만일 타입1인 경우, 상기 501단계로 진행하여 하기

(수학식 5)에 의해 제1패리티심볼들과 제2패리티심볼들에서 상기 각 천공 매트릭스에서 선택될 심볼들의 수 N_s 의 심볼들을 선택한다. 상기 심볼들의 수 N_s 는 앞서 설명한 바와 같이 변수 m 과 상기 최대 부호율의 부호심볼수(n)를 곱해 결정된다. 여기서, 상기 제1패리티심볼들에서 선택되는 심볼들의 수가 상기 제2패리티심볼들 중에서 선택되는 심볼들의 수와 동일하거나 크게 한다. 또한 이전 생성된 천공 매트릭스들에서 선택되지 않은 심볼들을 선택하도록 한다.

$$\lfloor N_s/2 \rfloor \text{ ENC1}(\text{parity})$$

$$\lfloor N_s/2 \rfloor \text{ ENC2}(\text{parity})$$

한편, 타입2인 경우 상기 503단계로 진행하여 하기

(수학식 6)에 의해 제1패리티심볼들과 제2패리티심볼들에서 상기 각 천공 매트릭스에서 선택될 심볼들의 수 N_s 의 심볼들을 정해진 비율에 따라 선택한다. 여기서, a 와 b 를 각각 상기 제1 및 제2패리티심볼들에서 선택되는 심볼선택 분배비라 할 때, 제1패리티심볼들 중에서 $a(N_s)$ 대 $a+b$ 의 비 값과 동일하거나 큰 최소정수의 심볼들을 선택하고, 상기 제2부호심볼들 중에서 $b(N_s)$ 대 $a+b$ 의 비 값과 동일하거나 작은 최대정수의 제2패리티심볼들을 선택한다. 심볼들을 선택함에 있어, 이전 생성된 천공 매트릭스들에서 선택되지 않은 심볼들을 선택하도록 한다.

$$\lfloor a(N_s)/(a+b) \rfloor \text{ ENC1}(\text{parity})$$

$$\lfloor b(N_s)/(a+b) \rfloor \text{ ENC2}(\text{parity})$$

이하 상기 도 5를 참조하여 마지막 천공 매트릭스(C_{S-1})를 구성하는 방법을 설명한다.

상기 도 5를 참조하면, 601단계에서 이전 구성된 천공 매트릭스들을 참조하여 선택되지 않았던 심볼들을 모두 선택한다. 여기서, 상기 선택된 심볼들의 개수를 N_{s2} 라 정의한다. 그리고, 603단계에서 상기 N_s 에서 상기 N_{s2} 를 감산하여 새로운 N_s 를 정의한다. 앞서 설명한 도 3 내지 도 5의 과정에 따라 천공 매트릭스의 모든 위치의 심볼들이 선택되었기 때문에, 상기 새로이 정의된 N_s 는 반복 선택할 심볼들의 개수가 된다. 상기과 같이 반복 선택할 심볼들의 개수를 구한 후, 605단계에서 상기 반복 선택할 심볼들의 수가 '0'보다 큰지를 검사한다. 만일, 반복 선택할 심볼들의 수가 '0'이면 바로 종료하고, '0'보다 크다면 상기 정보심볼들 중 상기 반복 선택될 심볼들의 수만큼 심볼들을 다시 선택한다. 여기서, 상기 다시 선택한다는 것은 해당 정보심볼을 반복하여 전송함을 의미한다.

본 발명의 서브부호 생성과정을 구체적인 수치대입을 통해 살펴보면 다음과 같다. 예를 들어서, 시스템이 제공하는 최대 부호율 R_{max} 가 $3/4$ 이고, 시스템이 제공할 수 있는 복호기의 부호율(R), 즉 모부호율이 $1/5$ 이라고 가정하면 최소 부호율(R_{min})과 서브부호의 개수(혹은 천공 매트릭스의 수) S 는 다음과 같이 결정된다. 즉, $R_{min} = 1/6$ 이고, $S=6/(4/3)=4.5 \rightarrow 5$ 가 된다. 따라서 천공 매트릭스들의 수는 '5'가 된다.

$$\{C_0, C_1, C_2, C_3, C_4\} : R_{max}=3/4$$

여기서, 상기 서브부호의 부호율은 ' $3/4$ '이고, 서브부호들의 수는 '5'이므로, 상기 서브부호들을 부호결합하면, ' $(1/S) \times R_{max} = (1/5) \times (3/4) = 3/20$ '에 의해 부호율이 $3/20$ 가 된다. 이것은 3개의 정보비트를 전송하는 경우, 수신기쪽으로 20개의 부호심볼들이 전달되는 것을 의미한다. 하지만, $S \times b = 5 \times 4 = 20$, $S \times a = 5 \times 3 = 15$ 이므로 생성되는 심볼들은 15개이므로 상기 20개를 만족시키기 위해서는 상기 생성된 15개 심볼들중 소정 5개의 심볼들은 반복해서 전송하게 된다. 여기서, 반복되는 심볼들은 가능한 정보심볼들로 정한다. 상기 예에서, 각각의 서브 부호에서 정보심볼인 X 를 1번씩 반복하도록 서브부호를 구성하면 복호기는 S 개의 서브부호들을 모두 수신하는 경우 정보심볼이 2번 반복된 $R=1/5$ 인 터보부호를 구할 수 있으며 이를 가지고 복호를 수행한다.

3. Quasi-Complementary Code Set

상기 도 3 내지 도 5에 도시된 바와 같은 절차를 통해 생성된 서브부호들은 일종의 보완부호(complementary codes)라 할 수 있다. 하지만, 서브부호를 생성함에 있어 반복 선택되는 심볼들이 존재하고, 각각의 서브부호의 특성이 상이하므로 완전한 보완부호라 할 수 없다. 또한, 본 발명에 따른 서브부호는 터보 부호를 가지고 생성되므로, 상기 도 3 내지 도 5를 통해 생성되는 서브부호들을 '준보완 터보부호(Quasi-Complementary Turbo Codes : QCTC)'라 칭하기로 한다. 상기 준보완 터보부호를 하이브리드 ARQ 시스템에서 사용할 경우 재전송 방식을 살펴보면 다음과 같다.

패킷 부호 결합(Packet code combining)을 사용하는 대표적인 시스템에는 하이브리드 ARQ 시스템이 있다. 현재, 제안되어 있는 HARQ Type I, Type II, Type III에서 모두 패킷 부호 결합을 사용할 수 있으며, 이러한 시스템에 상기 준보완 터보부호를 사용해 재전송 기술을 구현할 수 있다. 예를 들어 패킷(Packet) 전송을 위한 기본 단위의 정보비트 블록을 전송 유니트(transport unit : TU)이라고 정의하면 패킷 부호 결합을 사용하는 상기 하이브리드 ARQ 시스템 즉, HARQ Type I, Type II, Type III에서는 각각의 전송 유니트(transport unit) 전송 시마다 소정 하나의 서브부호 C_i 를 선택하여 전송한다.

물론, 재전송의 기본단위는 초기전송에 사용되는 TU의 크기와 동일한 것을 사용할 수도 있으며, 혹은 매 전송마다 다른 것을 사용할 수도 있다. 단, 한번의 초기전송과 각각의 재전송마다 다음과 같이 정의되는 준보완 터보부호의 집합(Quasi-complementary turbo code set)을 사용한다.

상기 준보완 터보부호(Quasi-complementary code) C_q 는 부호 집합 사이즈(code set size) S 를 가지며, 각각의 서브부호 $C_i (i=0, 1, 2, \dots, S-1)$ 를 조합(또는 부호 결합)함으로써 모 부호(mother code) C 를 재구성(reconstruction)할 수 있거나, 혹은 상기 모 부호의 부호율 보다 작은 부호율을 가지는 새로운 C_q 를 구성할 수 있다. 여기서 모 부호(mother codes)라 함은 부호기(encoder)가 가질 수 있는 최소의 부호율을 의미한다. 앞서 설명한 성질들을 고려할 때 부호율 $R=R_m$ 또는 R_m 보다 작은 부호율 R 을 가지는 부호 C 와 준보완 터보부호간의 관계는 하기

(수학식 7)과 같이 정의된다.

Original code C with code rate $R=R_m$ or a code C with code rate $R<R_m$

$$= \bigcup_{i=0}^{S-1} C_i$$

여기서, S 는 부호율 R_i 를 가지는 서브 부호들의 수이고, R_m 은 모부호율이다. (S is number of sub codes with code rate of R_i and R_m is mother code rate.)

이하 준보완(quasi-complementary) 터보 부호를 사용하고 전송단위를 트랜스포트 유니트(Transport Unit)로 정의하며, 초기전송과 재전송에서 모두 동일한 TU 크기를 사용하는 시스템에서의 구체적인 전송 방식을 설명하고 있다. 물론 각각의 전송에서 상이한 TU 크기를 사용하는 시스템에서의 전송방식도 지원이 가능하며, 여기서는 설명의 편의를 위해서 모두 동일한 TU 크기를 사용하는 시스템에 대해 설명한다. 여기서, 서브 부호들의 수 S 가 '4'이고 모 부호 부호율(mother code rate)이 '1/5'인 경우를 가정한다.

(1단계) 초기전송 및 재전송단위는 전송 유니트(Transport Unit : TU)단위로 이루어지며 각각의 초기 전송 및 재 전송시에 준보완 터보부호의 서브부호 C_i 가 각각 전송된다.

(2단계) 재전송과 초기전송을 포함한 수신된 패킷의 모든 연성결합에 의한 전체 부호율(Overall code rate)이 1/5보다 큰 경우에는 재전송이 요청될 때마다 준보완 터보부호의 서브부호 C_i 가 각각 전송되며, 그 순서는 $C_0, C_1, C_2, \dots, C_{S-1}$ 가 된다. 이 과정은 패킷 부호 결합을 수행하는 단계이다.

(3단계) : 재전송과 초기전송을 포함한 수신된 패킷의 모든 연성결합에 의한 전체 부호율(Overall code rate)이 1/5보다 작거나 같은 경우에는 재전송이 요청될 때마다 준보완터보부호의 서브부호 C_i 가 각각 다시 반복되어 전송되며 그 순서는 $C_0, C_1, C_2, \dots, C_{S-1}$ 가 된다. 이 과정은 패킷 다이버시티 결합을 수행하는 단계이다.

(4단계) 준보완 터보부호의 집합크기는 임의의 값을 사용할 수 있으며, 이는 초기에 결정되는 R_{max} 와 R_{min} 에 의해서 결정된다. 여기서는 모 부호율 R 이 1/5이고, 재전송을 위한 서브의 부호율로 2/3을 사용하므로 최대 4개의 서브부호들을 사용할 수 있다.

하기

(표 3)은 순방향 트래픽 채널 패킷 데이터율(Forward Traffic Channel packet data rates)에 따른 준보완 터보부호의 집합을 보여준다.

(표 3)은 현재 IS-2000의 1X EV-DV(Evolution Data and Voice)시스템에서 사용될 것으로 보이는 가용한 순방향채널의 데이터율에 따라서 부호집합을 구한 것으로, 모 부호율(Mother code rate) $R=1/5$ 이고 각각의 서브 부호(sub code)의 부호율로 $R=2/3, 1/3, 1/6$ 을 사용하는 경우를 보여준다.

[표 3]

Set Size S	Code Set	Subcode Rate Set	Data Rates
1	$\{C_0\}$	$C_0: R_0=1/6$	307.2kbps 153.6kbps 76.8kbps 38.4kbps 19.2kbps
2	$\{C_0, C_1\}$	$C_0: R_0=1/3$ $C_1: R_1=1/3$	1228.8kbps 921.6kbps 614.4kbps 307.2kbps
4	$\{C_0, C_1, C_2, C_3\}$	$C_0: R_0=2/3$ $C_1: R_1=2/3$ $C_2: R_2=2/3$ $C_3: R_3=2/3$	2457.6kbps 1843.2kbps 1228.8kbps

상기

(표 3)에서 보듯이 서브부호의 부호율이 $R=1/6$ 의 경우에는 모 부호율이 $R=1/5$ 보다 작으므로 매 전송 때마다 동일한 부호가 사용되며 이를 C_0 로 표시하였다. 반면에 서브부호의 부호율이 $R=1/3$ 의 경우에는 모 부호율(Mother code rate)이 $R=1/5$ 보다 크므로 매 전송 때마다 상이한 부호가 사용되며 이를 C_0, C_1 로 표시하였다. 이 경우 부호집합의 크기(Set Size) S는 '2'가 된다. 서브부호의 부호율이 $R=2/3$ 의 경우에는 모 부호율(Mother code rate)이 $R=1/5$ 보다 크므로 매 전송 때마다 상이한 부호가 사용되며 이를 C_0, C_1, C_2, C_3 으로 표시하였다. 이 경우 부호집합의 크기 S는 '4'가 된다. 결국 집합 사이즈(Set Size) S만큼 서브부호가 모두 전송되면, 수신기는 원래의 모 부호율 R을 복원할 수 있으며, 부호기가 제공하는 최대의 부호화 이득을 획득할 수 있다.

4. Puncturing Matrix for Quasi-complementary codes

하기

(표 4)는 각각의 서브부호의 부호율에 따른 천공 매트릭스(puncturing matrix)들의 일 예를 보여준다.

[표 4]

Code rates	C_0	C_1	C_2	C_3
$R=1/6$	$\begin{bmatrix} X \\ Y_0 \\ Y_1 \\ Y'_0 \\ Y'_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	NA	NA	NA
$R=1/3$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	NA	NA
$R=2/3$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$
$R=2/3$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

상기

(표 4)에서 보듯이 부호율이 1/5인 터보 부호를 모 부호로 사용하고 각각의 전송마다 4개의 정보비트에 의해 발생된 부호심볼들을 가지고 부호율이 2/3인 서브부호를 생성한다고 가정하면, 4개의 정보비트들에 대해서 20개의 부호 심볼들이 발생되기 때문에 이 중에서 14개를 천공하여 부호율이 2/3인 서브부호를 생성하게 된다. 만일, 상기와 같이 생성되는 서브부호들을 가지고 패킷 다이버시티 결합을 수행한다면, 위 천공 매트릭스에 의해 생성되는 $\{C_0\}$ 을 재전송이 요구될 때마다 반복해서 전송하면 된다. 반면에 패킷 부호 결합을 수행한다면, 재전송 요청이 있을 때 마다 서로 다른 부호심볼들을 전송하고, 집합 내의 서브부호들(C_0, C_1, C_2, C_3)을 모두 전송한 후에는 상기 패킷 다이버시티 결합을 수행한다. 따라서 패킷 부호 결합을 사용하는 HARQ Type III의 경우에는 4 번의 전송이 이루어진 이후에 비로소 상기 모 부호에 따른 부호 심볼들(full coded symbols)을 모두 가지고 복호를 수행할 수 있다.

한편, 상기

(표 4)의 천공 매트릭스들에서 기호 '1'은 그 위치의 심볼이 선택(또는 전송)됨을 나타내고, '0'은 전송되지 않고 천공(puncturing)됨을 나타낸다. 또한 '2'는 해당되는 위치의 심볼이 2번 반복되어 전송되는 것을 의미한다. 여기서 천공(및 반복) 매트릭스는 다음의 조건들을 만족하도록 설계한다.

(조건1) 반복(Repetition)이 사용되는 준보완 터보부호의 서브부호는 정보심볼 X를 반복한다.

(조건2) 반복이 사용되는 준보완 터보부호의 서브부호는, 정보심볼 X를 반복하는 경우 모든 서브부호들을 결합한 준보완 터보부호에서 정보심볼의 반복주기가 항상 일정하고 최소가 되도록 설정한다.

(조건3) 천공(Puncturing)이 사용되는 경우, 준보완 터보부호의 서브부호는 정보심볼 X를 제외한 리던던시 심볼을 가급적 천공한다.

(조건4) 천공이 사용되는 경우, 준보완 터보부호의 서브부호는 정보심볼 X를 제외한 리던던시 심볼을 가급적 균일하게(uniform하게) 천공한다.

상기한 천공 매트릭스의 생성 조건들을 고려해서 만든 $R=1/6$ 의 천공 및 반복 매트릭스(Puncturing and Repetition Matrix)를 살펴보면, 복호기에서 2번 반복된 X 심볼을 심볼연성결합(soft symbol combining)하여 하나의 심볼로 전환한 뒤에 복호를 수행하므로 실제 복호기에 사용되는 부호율은 $R=1/5$ 로 간주된다. 따라서 이러한 정보어 심볼의 에너지가 증가된 $R=1/5$ 부호를 사용하는 경우에는 통상의 균일한 심볼에너지를 사용하는 $R=1/5$ 부호에 비하여 성능이 개선된다. 즉, 이러한 부호심볼을 반복하는데 있어 가장 적절한 위치는 바로 정보심볼이 된다. 이러한 관점에서 보면, 상기

(표 4)의 천공(및 반복) 매트릭스는 정보심볼들에 대해 균일한 심볼 반복을 사용함으로써 정보심볼의 에너지를 증가시키는 구조라 할 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=1/6$ 의 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

$C_0 : X, X, Y_0, Y_1, Y'_0, Y'_1, X, X, Y_0, Y_1, Y'_0, Y'_1, \dots$

여기서, 실제 전송되는 부호심볼들의 수는 하나의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 6개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 '1/6'이 된다. 상기 $R=1/6$ 의 천공(및 반복) 매트릭스(Puncturing and Repetition Matrix)를 보면 복호기에서는 2번 반복된 X 심볼을 심볼연성결합(soft symbol combining)하여 하나의 심볼로 전환한 뒤에 복호를 수행한다. 따라서, 실제 복호기에 사용되는 부호율은 $R=1/5$ 로 간주된다. 이러한 정보어 심볼의 에너지가 증가된 $R=1/5$ 부호를 사용하는 경우에는 통상의 균일한 심볼 에너지를 사용하는 $R=1/5$ 부호에 비하여 성능이 개선된다. 이러한 부호어 심볼을 반복함에 있어 가장 적절한 위치는 바로 정보어 심볼이 된다. 이러한 관점에서 보면 $R=1/6$ 의 천공 및 반복 매트릭스(Puncturing and repetition matrix)를 사용함으로써 균일한 심볼 반복을 사용하고, 정보어 심볼을 반복하여 정보어 심볼의 에너지를 증가시키는 구조의 $R=1/6$ 부호를 사용할 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=1/3$ 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

$C_0 : X, Y_0, Y'_0, X, Y_0, Y'_0, X, Y_0, Y'_0, X, Y_0, Y'_0, \dots$

$C_1 : X, Y_1, Y'_1, X, Y_1, Y'_1, X, Y_1, Y'_1, X, Y_1, Y'_1, \dots$

여기서, 실제 전송되는 부호심볼들의 수는 하나의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 3개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 '1/3'이 된다. 그러나 각각의 전송에서 사용되는 천공 매트릭스(Puncturing matrix)가 다르므로 전송되는 부호가 서로 상이하다는 것을 알 수 있다. 또한 C_0 와 C_1 을 연성결합하면 정보 심볼인 X는 2번 반복되어 전송되고 나머지 Y_0, Y_1, Y'_0, Y'_1 은 각각 한번씩 전송된다. 따라서 부호율이 '1/5'인 복호기를 사용하여 복호가 가능하고 위에서 설명한 천공(및 반복) 매트릭스의 생성조건을 모두 만족하므로 성능을 보장받을 수 있다.

상기

(표 4)에서 $R=2/3$ 의 첫 번째 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

C0 : Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, ...
 C1 : X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, X, Y'0, Y0, ...
 C2 : Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, ...
 C3 : X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, X, Y'1, Y1, ...

여기서, 실제 전송되는 부호심볼의 수는 두개의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 3개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 '2/3'이 된다. 그러나 각각의 전송에서 사용되는 즉, C₀, C₁, C₂, C₃의 각각에서 사용되는 천공 매트릭스(Puncturing matrix)가 다르므로 전송되는 부호가 서로 상이하다는 것을 알 수 있다. 또한 C₀, C₁, C₂, C₃을 연성결합하면 정보어심볼인 X는 2번 반복되어 전송되고 나머지 Y0, Y1, Y'0, Y'1은 각각 한번씩 전송된다. 따라서 상기 R=1/6인 경우와 동일하게 R=1/5의 복호기를 사용하여 복호가 가능하고 위에서 설명한 천공(및 반복) 매트릭스의 생성조건을 모두 만족하므로 성능을 보장받을 수 있다.

상기

(표 4)에서 R=2/3의 두 번째 경우 전송되는 부호심볼의 수열은 다음과 같다.

C0 : X, Y0, X, X, Y'0, X, X, Y0, X, X, Y'0, X, X, Y0, X, X, Y'0, X, ...
 C1 : Y'0, Y0, Y'0, Y0, Y0, Y'0, Y'0, Y0, Y'0, Y0, Y0, Y'0, ...
 C2 : Y1, Y1, Y'1, Y'1, Y1, Y'1, Y1, Y1, Y'1, Y'1, Y1, Y'1, ...
 C3 : X, Y'1, X, X, Y1, X, X, Y'1, X, X, Y1, X, ...

여기서, 실제 전송되는 부호심볼들의 수는 4개의 정보어심볼(information symbol)에 대하여 6개의 부호어 심볼이 생성되므로 서브부호의 부호율은 '2/3'이 된다. 그러나 각각의 전송에서 사용되는 천공 매트릭스가 다르므로 전송되는 부호가 서로 상이하다는 것을 알 수 있다. 또한 C₀, C₁, C₂, C₃을 연성결합하면 정보어심볼인 X는 2번 반복되어 전송되고 나머지 Y0, Y1, Y'0, Y'1은 각각 한번씩 전송된다. 따라서 상기 R=1/6인 경우와 동일하게 R=1/5의 복호기를 사용하여 복호가 가능하고 위에서 설명한 천공(및 반복) 매트릭스의 생성조건을 모두 만족하므로 성능을 보장할 수 있다.

C. 전송 프로토콜

트래픽 채널을 통해 패킷을 전송하는 통신시스템에 HARQ III 방식이 적용된다고 가정할 때, 전송되는 각 패킷에 대한 전송 프로토콜은 순방향 트래픽 채널과 역방향 트래픽 채널에서 모두 동일하게 사용 가능하다. 따라서, 특별히 전달하고자 하는 의미의 혼돈 가능성이 없는 경우에는 순방향 트래픽 채널과 역방향 트래픽 채널을 구별하지 않고 총칭하여 트래픽 채널로 부르기로 한다.

1. 전송패킷의 길이 및 물리채널

트래픽 채널을 통해 패킷을 전송하는 통신시스템에 HARQ III 방식이 적용된다고 가정할 때, 전송하고자 하는 각 패킷의 길이는 가변적으로 정해질 수 있다. 전송하고자 하는 하나의 패킷을 물리계층 패킷(Physical Layer Packet, 이하 'PLP'라 칭함)으로 정의할 때, 상기 하나의 PLP에는 복수개의 서브 패킷들이 존재할 수 있다. 상기 서브 패킷들 각각을 전송 유닛(Transport Unit, 이하 'TU'라 칭함)이라고 칭하기로 한다. 상기 각각의 TU들은 가변적인 크기를 가질 수 있기 때문에, 상기 PLP 또한 가변적인 길이를 가질 수 있는 것이다. 물론 하나의 PLP에 한 개의 TU만이 존재할 수도 있다. 이와 같이 하나의 PLP에 포함되는 TU의 수는 물리채널이 제공하는 데이터 전송율에 따라서 가변적으로 결정될 수 있다. 그러나 하기에서는 설명의 편의를 위해 하나의 PLP가 1TU, 2TU, 3TU, 4TU로 결정되는 경우만을 고려하기로 한다는 사실에 유의하여야 한다. 또한 TU당 비트수가 768과 1536인 두가지의 경우만을 고려하기로 한다. 하기에서는 TU의 비트수가 768인 경우를 '숏 포맷(short format)', 1536인 경우를 '롱 포맷(long format)'이라고 칭하기로 한다.

한편, 하나의 PLP를 전송하는 물리채널의 전송단위는 물리채널의 최소 전송단위로 이루어진다. 여기서는 이를 슬롯(Slot)으로 정의한다. 하나의 PLP의 전송을 위한 슬롯의 수는 1에서 임의의 수까지 설정 가능하다. 하나의 슬롯에 2포함되어 전송되는 데이터의 비트 수는 물리채널이 제공하는 전송율에 따라서 가변적으로 결정된다. 즉, 하나의 PLP에 대응하는 데이터 전송율을 감안하여 슬롯의 수가 결정된다. 여기서는 한가지 예로서 하나의 PLP가 최소 1개의 슬롯으로부터 최대 32개의 슬롯들(Slots)에 해당되는 숏 포맷의 경우와, 하나의 PLP가 최소 2개의 슬롯으로부터 최대 64개의 슬롯들에 해당되는 롱 포맷의 경우를 고려한다. 이러한 구분은 앞서 TU당 비트 수가 768과 1536인 것으로 구분하는 것과 동일하다. TU당 비트 수=768인 최대 16 슬롯들에서 패킷이 전송되는 것을 숏 포맷이라고 정의한 것이고, 상대적으로 이의 두 배가 되는 TU당 비트 수=1536인 최대 32 슬롯들에서 패킷이 전송되는 것을 롱 포맷이라고 정의한 것이다. 물론 이러한 구분은 전송하는 패킷의 길이에 따른 구분으로서 기본적으로 HARQ III의 프로토콜 동작 여부와는 큰 관계가 없다. 그러나 전송되는 패킷의 길이와 시스템의 처리율(Throughput)은 밀접한 관계가 있으므로 이를 구별하여 설명하기로 한다.

2. 트래픽 채널의 전송부호선택 방식

트래픽 채널로 전송되는 PLP는 매 전송 시간 구간마다 선택되는 준보완 부호(Quasi-complementary code)에 의해 부호화(encoding)된다. 즉, 트래픽 채널의 PLP 전송율(data rate)에 따라 하기의

(표 5)와

(표 6)으로부터 집합 크기(set size)가 S인 보완 부호 집합(complementary code set)이 결정되고, 상기 결정된 집합에서 초기 전송에는 서브부호 C_0 이 사용되고, 이후에 역방향 채널(예: ACK 채널)로부터 전송 패킷에 오류가 발생하여 재전송이 요구됨을 나타내는 NACK 신호가 전달될 때마다 $C_1, C_2, \dots, C_{S-1}, C_0, C_1, \dots$ 의 순서로 서브부호(code)가 순환(circulating)되어 선택된다. 하기의

(표 5) 및

(표 6)은 전송될 PLP의 데이터 전송율에 따라 결정되는 보완 부호 집합을 보여주고 있다. 이때

(표 5)는 슛 포맷으로 PLP를 전송하는 경우이고,

(표 6)은 롱 포맷으로 PLP를 전송하는 경우이다.

[표 5]

Data Rates	Slots/ Physical Layer Packet	Transport Unit/ Physical Layer Packet	Code rate	Repetition	ACK/NACK Period	ACK Indicator bits /Reverse ACK channel	Quasi complementary code set
19.2kbps	32	1	1/6	16	2× 4 slots	1	{ C_0 }
38.4kbps	16	1	1/6	8	2× 4 slots	1	{ C_0 }
76.6kbps	8	1	1/6	4	2× 4 slots	1	{ C_0 }
153.6kbps	4	1	1/6	2	2× 4 slots	1	{ C_0 }
307.2kbps	2	1	1/6	1	2× 4 slots	1	{ C_0 }
614.4kbps	1	1	1/3	1	1× 4 slots	1	{ C_0, C_1 }
307.2kbps	4	2	1/3	2	2× 4 slots	2	{ C_0, C_1 }
614.4kbps	2	2	1/3	1	2× 4 slots	2	{ C_0, C_1 }
1228.8kbps	1	2	2/3	1	1× 4 slots	2	{ C_0, C_1, C_2, C_3 }
921.6kbps	2	3	1/3	1	2× 4 slots	3	{ C_0, C_1 }
1843.2kbps	1	3	2/3	1	1× 4 slots	3	{ C_0, C_1, C_2, C_3 }
1228.8kbps	2	4	1/3	1	2× 4 slots	4	{ C_0, C_1 }
2457.6kbps	1	4	2/3	1	1× 4 slots	4	{ C_0, C_1, C_2, C_3 }

[표 6]

Data Rates	Slots/ Physical Layer Packet	Transport Unit/ Physical Layer Packet	Code rate	Repetition	ACK/NACK Period	ACK Indicator bits /Reverse ACK channel	Quasi complementary code set
19.2kbps	32	1	1/6	16	2× 8 slots	1	{C ₀ }
38.4kbps	16	1	1/6	8	2× 8 slots	1	{C ₀ }
76.6kbps	8	1	1/6	4	2× 8 slots	1	{C ₀ }
153.6kbps	4	1	1/6	2	2× 8 slots	1	{C ₀ }
307.2kbps	2	1	1/6	1	2× 8 slots	1	{C ₀ }
614.4kbps	1	1	1/3	1	1× 8 slots	1	{C ₀ , C ₁ }
307.2kbps	4	2	1/3	2	2× 8 slots	2	{C ₀ , C ₁ }
614.4kbps	2	2	1/3	1	2× 8 slots	2	{C ₀ , C ₁ }
1228.8kbps	1	2	2/3	1	1× 8 slots	2	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }
921.6kbps	2	3	1/3	1	2× 8 slots	3	{C ₀ , C ₁ }
1843.2kbps	1	3	2/3	1	1× 8 slots	3	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }
1228.8kbps	2	4	1/3	1	2× 8 slots	4	{C ₀ , C ₁ }
2457.6kbps	1	4	2/3	1	1× 8 slots	4	{C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ }

예를 들어서 역방향 ACK 채널로부터 계속해서 3번의 NACK가 전달되면 순방향 트래픽 채널(Forward Traffic Channel)로는 각각의 NACK에 대응해서 C₁, C₂, C₃의 순서로 차례대로 서브 부호(sub code)가 전달된다. 만일, 이후에도 계속해서 2번의 NACK가 전달되면 다시 C₀, C₁을 전달한다. 이후 ACK가 전달되면 전송을 중지하고, 새로운 트래픽 채널(Traffic Channel)의 PLP를 전송한다. 각각의 재전송에서 사용되는 준보완 부호(quasi-complementary code) 종류에 관한 정보는 송신기가 매번 전송하지 않고, 송신기와 수신기 모두 전송율(Data rate)에 따라 결정되는 집합 크기(set size) S의 준보완 부호 집합에 대한 정보를 사전에 가지고 있음으로써 알 수 있다.

3. 전송 트래픽 패킷의 구조 및 전송 방식

본 발명의 실시예에 따라 단일 슬롯(Single Slot) 혹은 다중 슬롯들(Multi Slots)로 패킷을 전송하는 시스템에서, 하나의 PLP에 대응하여 생성되는 부호어 심볼들은 하기에 설명될 방식들에 따라 1개의 슬롯 혹은 복수개의 슬롯들을 통해 전송될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따라 트래픽 패킷을 전송하는 방식을 설명하기 전에, 일반적으로 효율적인 패킷 전송을 위해서 고려되어야 하는 조건들을 설명하기로 한다.

(조건 1)

가변적인 혹은 고정적인 부호율로 부호어 심볼들을 생성하고 이 부호어 심볼들을 패킷 다이버시티 결합 방식 혹은 패킷 부호 결합 방식으로 전송하는 시스템에서, 하나의 물리채널 전송 프레임에 하나의 부호어 심볼이 포함될 수 있도록, 전송 패킷의 길이와 구조를 결정하는 것은 재전송 방식을 사용하는 시스템에서 수신기의 구현 복잡도를 최소화할 수 있고, 또한 송신기와 전송 프로토콜을 단순화할 수 있다.

(필요조건 2)

가변적인 혹은 고정적인 부호율로 부호어 심볼들을 생성하고 이 부호어 심볼들을 패킷 다이버시티 결합 방식 혹은 패킷 부호 결합 방식으로 전송하는 시스템에서, 각 부호율에 따른 부호어의 길이와 전송하고자 하는 물리채널 전송 프레임의 길이간의 차이를 최소화하는 것은 시스템의 처리율(throughput)을 최대한 증가시킬 수 있다.

(필요조건 3)

가변적인 혹은 고정적인 부호율로 부호어 심볼들을 생성하고 이 부호어 심볼들을 패킷 다이버시티 결합 방식 혹은 패킷 부호 결합 방식으로 전송하는 시스템에서, 각 전송 부호어에 대한 ACK/NACK이 일정한 주기로 수신기에 전달될 수 있도록 주기성을 확보하는 것은 시스템의 처리율(throughput)을 증가시킬 수 있다.

상기와 같은 3가지 조건들을 모두 고려할 때 가장 좋은 방식은 각 부호율에 따른 부호어의 길이와 전송하고자 하는 물리채널 전송 프레임의 길이가 동일하도록 하는 것이다. 그러나 각 부호율에 따른 부호어의 길이와 전송하고자 하는 물리채널 전송 프레임 길이가 동일하도록 전송패킷을 구성하기 위해서는 다양한 종류의 부호어들이 요구된다는 현실적인 곤란성의 문제가 있고, 또한 수신기의 복잡도와 전송 프로토콜의 복잡도를 증가시키게 된다.

전송한 바와 같이, 가변적인 혹은 고정적인 부호율로 부호어 심볼들(서브 부호들)을 생성하고 이 부호어 심볼들(서브 부호들)을 패킷 다이버시티 결합 방식 혹은 패킷 부호 결합 방식으로 전송하는 시스템에서, 하나의 전송하고자 하는 물리채널 전송 프레임에 각 부호율에 따른 하나의 부호어 심볼이 포함되도록 전송 패킷의 길이와 구조를 결정하는 것이 최적의 전송을 위한 필요 조건이다. 그러나 일반적으로 전송 프레임의 길이는 시스템의 물리채널 사양에 의해서 결정되는 파라미터이므로, 이러한 구조를 만들기는 용이하지 않다. 따라서 기존에는 비효율적인 추가 비트(padding bits) 등을 사용하여 이를 보상하는 방식이나, 전송 프레임의 길이와 부호어의 길이 비가 정수가 되지 않은 상태에서 연속적으로 부호어를 전송하고 수신기가 다시 이를 전송 프레임 단위로 결합한 후에 부호어 단위로 재분리하는 방식 등이 고려되어 왔다. 그러나, 이러한 기존의 방식들을 사용하는 경우에도 부호어의 길이와 전송 프레임의 길이가 정확하게 일치하지 않기 때문에 정확하게 일치하는 경우에 비하여 다음과 같은 문제점이 있다.

1. 각 부호율에 따른 부호어의 길이가 전송하고자 하는 물리채널의 프레임 길이보다 작은 경우에, 물리채널 전송프레임 내의 잔여분의 심볼 위치에 비효율적인 비트(padding bits) 등을 추가하는 방식이 고려될 수 있다. 그러나 이러한 방식은 추가 비트에 따른 시스템의 처리율(Throughput)이 감소된다. 특히, 전송율이 작을수록 더욱 더 많은 손실이 발생한다.
2. 각 부호율에 따른 부호어의 길이가 전송하고자 하는 물리채널의 프레임 길이보다 작은 경우에, 하나의 물리채널의 전송 프레임에 하나의 부호어가 전송되도록 하기 위해서는 각각의 전송율에 따른 매우 다양한 부호율을 지닌 부호어들이 요구된다. 그러나 대부분 전송에 사용되는 부호어들은 기본이 되는 모 부호(mother code)로부터 일정한 천공(puncturing)과 반복(repetition)에 의해서 구해지므로, 현실적으로 제공될 수 있는 부호어의 종류는 제한적일 수 밖에 없다. 게다가, 이러한 방식을 사용하더라도 하나의 전송프레임에 잔여 심볼이 발생하고, 이를 추가비트(padding bits)로 보상해야 하는 경우가 대부분이다. 따라서 이러한 방식의 경우에도 그 양은 감소하겠지만 추가비트에 따른 시스템의 처리율(Throughput)이 감소된다.
3. 위에서와 같이 추가비트를 사용하는 방식 대신에, 전송 프레임의 길이와 부호어의 길이 비가 정수가 되지 않은 상태에서 복수개의 전송 프레임을 직렬로 연결시킨 후에 하나의 부호어가 전송된 직후 연속해서 다음의 부호어를 연결해서 전송하는 방식이 가능하다. 상기 방식이 사용되는 경우, 수신기는 전송 프레임 단위로 결합을 행한 후에 부호어 단위로 재 분리를 하여야 한다. 이때 하나의 전송 프레임에 복수개의 부호어가 전송될 수 있다. 이는 동일한 물리채널 파라미터를 가지는 전송 프레임에서 서로 다른 복수개의 부호어가 사용될 수 있음을 의미한다. 그러나 이러한 상황에서 수신기가 서로 다른 복수개의 부호어를 구별해서 운영하기란 현실적으로 매우 어렵다. 즉, 하나의 전송 프레임에 복수개의 동일한 부호어가 전송될 수는 있으나, 복수개의 서로 다른 부호어가 전송되기는 매우 어렵다. 물론, 이러한 어려움은 하나의 전송 프레임내에 부호어의 변화를 알리는 정보 심볼을 사용함으로써 해결될 수 있지만, 각각의 부호어를 저장하는 메모리가 요구되고 이 메모리를 제어하는 제어부가 필요하다는 등의 상당히 복잡한 구조가 요구된다.

따라서 본 발명은 위에서 설명한 방식들과는 다르게 패킷을 전송하는 방식들을 제안한다. 위에서 설명되고 있고 하기에서 설명될 전송하고자 하는 물리채널의 프레임 길이 및 전송가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수는 물리계층패킷(PLP) 정보비트열이 할당되는 각 시간 구간에서 전송가능한 변조심볼의 수를 의미한다. 또한 각 부호율에 따른 부호어의 길이 및 서브부호어에 대한 심볼의 수는 PLP 정보비트열이 할당되는 각 시간 구간에서 대응 서브부호를 변조하는 방법에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수, 즉, 각 시간 구간에서의 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수를 의미한다.

(방식 1)

제1방식은 전송가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수(길이)를 하나의 부호어 심볼 수에 해당되는 길이로 분할하고, 분할된 길이의 부호어 심볼들을 전송 프레임(슬롯) 단위로 전송하는 방식이다. 이 방식에서는 동일한 부호율이 사용되고, 전송가능한 총 심볼 수를 하나의 부호어 심볼 수에 해당되는 길이로 분할함에 있어서는 실제 전송 프레임의 경계가 고려되지 않는다. 상기 각 슬롯에는 최대 두 가지의 서로 다른 부호어가 분할되어 혼합된 형태로 전송될 수 있다. 물론 전송가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 길이가 부호어 심볼 수의 정수배가 되지 않는다면, 최종 전송프레임에는 사용하지 않는 여분의 심볼들이 존재할 수 있다. 이러한 여분의 심볼들은 수신기에서 심볼 연성 결합시 사용될 수도 있으나, 완전히 하나의 부호어를 전송하지는 못함을 나타낸다. 이러한 제1방식을 위한 각 서브부호의 부호율 R_c 는 하기의

(수학식 8)과 같이 결정된다.

$$R_c = (L \times RP) / (N - L)$$

여기서, N 은 전송가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수이고, L 은 서브부호에 대응하는 심볼 수이고, RP 는 서브부호의 반복 수이고, $(N-L)$ 은 최종 전송프레임에는 사용하지 않는 여분의 심볼 수이다.

(방식 2)

제2방식은 하나의 PLP 전송에 사용되는 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수(길이)를 각 서브부호에 대응하는 부호어 심볼 수에 최대로 할당되도록 분할하고, 분할된 부호어 심볼을 전송 프레임(슬롯) 단위로 전송하는 방식이다. 이 제2방식에서는 상호 동일하거나 다른 부호율이 조합되어 사용되며, 전송 프레임의 경계와 서브부호어 심볼의 경계가 일치하도록 하기 위한 것이다. 이러한 제2방식에 따르면, 각 슬롯에는 항상 한 종류의 서브부호어가 전송된다. 이러한 제2방식에 있어서, 전송가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 길이가 부호어 심볼 수의 정수배가 되지 않는 경우에는 하기와 같은 (2-1)방식과 (2-2)방식으로 보완할 수 있다.

(방식 2-1)

(2-1)방식에 따르면, 하나의 서브부호에 할당된 전송프레임에 해당 서브부호어의 모든 심볼이 전송될 수 있도록 각 서브부호의 부호율이 결정된다. 이때 각 서브부호의 부호율 R_c 는 각 서브부호의 부호율에 의해 발생하는 심볼 수가 각 전송프레임에 할당된 심볼수와 정확하게 일치하도록 하기의

(수학식 9)와 같이 결정된다. 이러한 (2-1)방식에 따르면, 사용하지 않는 여분의 심볼은 존재하지 않는다.

$$R_c = (L \times RP) / N$$

여기서, N 은 전송가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수이고, L 은 서브부호어에 대응하는 심볼 수이고, RP 는 서브부호어의 반복 수이고, $(N-L)$ 은 최종 전송프레임에는 사용하지 않는 여분의 심볼 수이다.

(방식 2-2)

(2-2)방식에 따르면, 하나의 서브부호가 할당된 전송프레임에 전송될 수 있도록 각 서브부호의 부호율이 결정된다. 이때 각 서브부호의 부호율에 의해 발생하는 심볼 수는 각 전송프레임에 할당된 심볼 수보다 크도록 설정되고, 전송프레임에 배치되지 못한 나머지 심볼은 삭제(Pruning)된다. 각 서브부호의 부호율은 삭제되는 심볼의 수를 최소화하는 값중 최소 부호율을 사용하는 것이 최적이다. 그러나 구현의 문제를 고려하여 적절한 부호율을 선택하여 사용하고 정합되지 않는 심볼 수만큼 삭제한다. 각 서브부호의 부호율 R_c 는 하기의

(수학식 10)과 같이 결정되고, 삭제되는 심볼 수(Number of Pruned Symbols) PS 는 하기의

(수학식 11)과 같이 결정된다.

$$R_c = (L \times RP) / N$$

$$PS = L - (N / RP)$$

상기

(수학식 10) 및

(수학식 11)에서, N은 전송 가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수이고, L은 단일 부호어에 대한 심볼 수이고, RP는 서브부호어의 반복 수이고, (N-L)은 최종 전송프레임에는 사용하지 않는 여분의 심볼 수이다.

상기 (2-1)방식과 (2-2)방식을 비교하면, 전송 가능한 모든 연속한 전송 프레임의 총 심볼 수 N이 동일하다고 전제할 때, 동일한 시간동안에 (2-2)방식은 (2-1)방식에 비해 더 낮은 부호율로의 전송을 가능하게 한다. 따라서 부호화 이론(Coding Theory) 측면에서 (2-2)방식이 더 많은 부호이득(Coding Gain)을 가진다. 또한 (2-2)방식은 각 서브부호어의 부호율도 동일하게 가져갈 수 있는 장점이 있다. 또한 성능 측면에서도 (2-2)방식은 (2-1)방식보다 더 낮은 부호율을 사용하므로, 다소의 성능 이득이 제공되는 장점이 있다. 물론, 상기 (2-2)방식은 심볼 삭제(Pruning)에 의해 삭제될 심볼을 제어할 것이 요구된다. 그러나 심볼 삭제는 일정 시점 이후의 심볼의 전송을 중단시키는 것이므로, 단지 전송된 심볼 수를 누적하는 카운터(Counter)를 사용하여 손쉽게 구현할 수 있을 것이다.

전술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 트래픽 패킷 전송 방식들중에서 시스템의 특성에 따라서 어떠한 방식도 사용될 수 있다. 하기에서는 본 발명의 실시예에 따른 트래픽 패킷 전송 방식에 의해서 구성된 전송 패킷 구조가 구체적으로 설명될 것이다. 대표적으로, 하기에서는 상기 (2-2)방식에 의해서 구성된 전송패킷 구조가

(표 7) 내지

(표 10)과, 도 6 내지 도 23을 참조하여 구체적으로 설명될 것이다.

하기의

(표 7)과

(표 8)은 각각 숏 포맷(the Short Format)(예: 단일 포맷, Single Format)과 롱 포맷(the Long Format)(예: 2중 포맷, Double Format)으로 트래픽 채널의 패킷 데이터를 전송하는 경우를 나타낸다. 데이터 레이트별로 대응하는 하나의 PLP에 할당되는 슬롯의 수(number of slots for 1 Physical Layer Packet), 하나의 PLP에 할당되는 비트 수(number of bits per 1 Physical Layer Packet), 각 PLP 데이터 레이트에 대해서 하나의 TDM(Time Division Multiplexing)안에 존재하는 칩수(number of TDM chips in transmission duration for each Physical Layer Packet Data rates), 파일럿 칩수(Pilot chips), 프리앰블 심볼수(Preamble symbols), 데이터에 할당되는 칩수(Data chips), 32개의 왈시 부호(Walsh codes)를 기준으로 한 실제 가용한 왈시 부호 수와의 비(Available Walsh ratio), 하나의 PLP에서 가용한 데이터 변조심볼의 수(available modulation symbols for PLP data)가 나타나 있다. 하기의

(표 7) 및

(표 8)에서, TDM 칩 수는 프리앰블 심볼 수와 파일럿 칩 수와 데이터 칩 수를 더하여 결정되는 값이다. 가용한 변조심볼의 수는 32개의 왈시 부호를 기준으로 한 데이터 칩 수에 가용한 왈시 부호 수와의 비에 데이터 칩 수를 곱하여 결정되는 값이다. 예를 들어,

(표 7)에서 데이터 레이트 19.2kbps에 대한 TDM 칩수 49152는 프리앰블 심볼 수 1024와 파일럿 칩수 8192와 데이터 칩수 39936을 더함으로써 결정된다. 데이터 레이트 19.2kbps에 대한 가용한 데이터 변조심볼의 수 34944는 데이터 칩수 39936에 가용한 왈시 부호의 비 28/32를 곱함으로써 결정된다.

[표 7]

Data Rates	Slots/ Physical Layer Packet	Bits in Physical Layer Packet	Available Walsh Ratio	Preamble Symbols	Pilot Chips	Data Chips	Available Data Modulation Symbols	TDM Chips
19.2kbps	32	768	28/32	1024	8192	39936	34944	49152
38.4kbps	16	768	28/32	1024	4096	19456	17024	24576
76.8kbps	8	768	28/32	512	2048	9728	8512	12288
153.6kbps	4	768	28/32	256	1024	4864	4256	6144
307.2kbps	2	768	28/32	128	512	2432	2128	3072
614.4kbps	1	768	28/32	64	256	1216	1064	1536
307.2kbps	4	1,536	28/32	128	1024	4992	4368	6144
614.4kbps	2	1,536	28/32	64	512	2496	2184	3072
1,228.8kbps	1	1,536	28/32	64	256	1216	1064	1536
921.6kbps	2	2,304	28/32	64	512	2496	2184	3072
1,843.2kbps	1	2,304	28/32	64	256	1216	1064	1536
1,228.8kbps	2	3,072	28/32	64	512	2496	2184	3072
2,457.6kbps	1	3,072	28/32	64	256	1216	1064	1536

[표 8]

Data Rates	Slots/ Physical Layer Packet	Bits in Physical Layer Packet	Available Walsh Ratio	Preamble Symbols	Pilot Chips	Data Chips	Available Data Modulation Symbols	TDM Chips
19.2kbps	64	1,536	28/32	1024	16,384	80,896	70784	98,304
38.4kbps	32	1,536	28/32	1024	8,192	39,936	34944	49,152
76.8kbps	16	1,536	28/32	512	4,096	19,968	17472	24,576
153.6kbps	8	1,536	28/32	256	2,048	9,984	8736	12,288
307.2kbps	4	1,536	28/32	128	1,024	4,992	4368	6,144
614.4kbps	2	1,536	28/32	64	512	2,496	2184	3,072
307.2kbps	8	3,072	28/32	128	2,048	10,112	8848	12,288
614.4kbps	4	3,072	28/32	64	1,024	5,056	4424	6,144
1,228.8kbps	2	3,072	28/32	64	512	2,496	2184	3,072
921.6kbps	4	4,608	28/32	64	1,024	5,056	4,424	6,144
1,843.2kbps	2	4,608	28/32	64	512	2,496	2,184	3,072
1,228.8kbps	4	6,144	28/32	64	1,024	5,056	4,424	6,144
2,457.6kbps	2	6,144	28/32	64	512	2,496	2,184	3,072

하기의

(표 9)와

(표 10)은 각각 숏 포맷(the Short Format)(예: 단일 포맷, Single Format)과 롱 포맷(the Long Format)(예: 2중 포맷, Double Format)으로 트래픽 채널의 패킷 데이터를 전송하는 경우를 나타낸다. 데이터 레이트별로 대응하는 하나의 PLP에 할당되는 슬롯의 수(number of slots for 1 Physical Layer Packet), 하나의 PLP에 할당되는 비트 수(number of bits per 1 Physical Layer Packet), 변조기가 하나의 PLP에 할당된 전체 슬롯에 대해서 제공하는 변조 심볼의 총 수(number of modulation symbols provided), 부호기가 생성하는 부호어 심볼에 필요한 변조 심볼의 수(number of modulation symbols needed), 하나의 PLP에 해당하는 부호어가 할당된 전체 슬롯을 통해 몇 번 반복되는가를 나타내는 수(number of pruned sequence transmission), 하나의 PLP에 해당하는 부호어 심볼 중에서 해당 슬롯에 전송되지 않고 삭제되는 변조 심볼의 수(number of pruned modulation symbols), 실효 부호율(effective code rates)이 나타나 있다.

하기의

(표 9) 및

(표 10)에서 삭제될 변조 심볼의 수는 제공되는 변조 심볼의 수와 부호어가 반복되는 수를 곱한 후 이 곱셈 결과로부터 필요한 변조 심볼의 수를 감산함으로써 결정되는 값이다. 예를 들어,

(표 9)에서 데이터 레이트 19.2kbps에 대한 삭제될 변조 심볼의 수 1,920은 제공되는 변조 심볼의 수 2,304와 부호어가 반복되는 수 16를 곱한 후 이 곱셈 결과로부터 필요한 변조 심볼의 수 34,944를 감산함으로써 결정되는 값이다. 상기 제공되는 변조 심볼의 수는 변조기가 하나의 PLP를 미리 정해진 변조방식에 변조함에 따라 생성되는 변조 심볼의 수를 의미하고, 상기 필요한 변조 심볼의 수는 서브 부호어 심볼을 상기 변조방식에 의해 변조할 시 생성되는 변조 심볼의 수를 의미한다. 즉, 본 발명에 따르면, 특정 시간 구간에서 서브 부호가 생성되고 이 서브 부호어 심볼이 변조된 후 전송되게 되는데, 이때 상기 생성된 서브 부호어 심볼을 미리 정해진 변조 방식에 의해 변조할 시 생성되는 변조 심볼의 수와 PLP 단위로 변조되는 심볼의 수 사이에는 차이가 있다. 그러므로 이러한 차이에 해당하는 심볼들이 삭제될 수 있도록 하는 것이다. 하기의

(표 9) 및

(표 10)에서 알 수 있듯이 각 데이터 레이트에 대해서 항상 일정한 삭제 심볼 수가 존재하므로, 이를 기준으로 전송 패킷의 구조를 결정할 필요가 있다.

[표 9]

Data Rates (kbps)	Slots/ Physical Layer Packet	Bits in Physical Layer Packet	Number of Modulation Symbols Provided	Number of Modulation Symbols Needed	Number of Pruned Modulation Symbols	Number of Pruned Sequence Transmission	Code Rate	Effective Code Rate
19.2	32	768	2,304	34,944	1,920	16	1/6	0.176
38.4	16	768	2,304	17,024	1,408	8	1/6	0.180
76.8	8	768	2,304	8,512	704	4	1/6	0.180
153.6	4	768	2,304	4,256	352	2	1/6	0.180
307.2	2	768	2,304	2,128	176	1	1/6	0.180
614.4	1	768	1,152	1,064	88	1	1/3	0.361
307.2	4	1,536	2,304	4,368	240	2	1/3	0.352
614.4	2	1,536	2,304	2,184	120	1	1/3	0.352
1,228.8	1	1,536	1,152	1,064	88	1	2/3	0.722
921.6	2	2,304	2,304	2,184	120	1	1/3	0.352
1,843.2	1	2,304	1,152	1,064	88	1	2/3	0.722
1,228.8	2	3,072	2,304	2,184	120	1	1/3	0.352
2,457.6	1	3,072	1,152	1,064	88	1	2/3	0.722

[표 10]

Data Rates (kbps)	Slots/ Physical Layer Packet	Bits in Physical Layer Packet	Number of Modulation Symbols Provided	Number of Modulation Symbols Needed	Number of Pruned Modulation Symbols	Number of Pruned Sequence Transmission	Code Rate	Effective Code Rate
19.2	64	1,536	4,608	70,784	2,944	16	1/6	0.174
38.4	32	1,536	4,608	34,944	1,920	8	1/6	0.176
76.8	16	1,536	4,608	17,472	960	4	1/6	0.176
153.6	8	1,536	4,608	8,736	480	2	1/6	0.176
307.2	4	1,536	4,608	4,368	240	1	1/6	0.176
614.4	2	1,536	2,304	2,184	120	1	1/3	0.352
307.2	8	3,072	4,608	8,848	368	2	1/3	0.347
614.4	4	3,072	4,608	4,424	184	1	1/3	0.347
1,228.8	2	3,072	2,304	2,184	120	1	2/3	0.703
921.6	4	4,608	4,608	4,424	184	1	1/3	0.347
1,843.2	2	4,608	2,304	2,184	120	1	2/3	0.703
1,228.8	4	6,144	4,608	4,424	184	1	1/3	0.347
2,457.6	2	6,144	2,304	2,184	120	1	2/3	0.703

도 6 내지 도 23은 본 발명의 실시예에 따른 각 데이터 레이트별로 PLP를 전송하는 구조를 보여주는 도면이다.

상기 도 6 내지 도 23을 참조하면, 전송 PLP의 맨 처음에는 각 PLP를 구분하기 위한 프리앰블(preamble)이 위치한다. 상기 프리앰블에 후속하는 블록이 변조 심볼들인데, 이는 서브부호어 심볼을 변조함에 따라 구해지는 심볼들이다. 도면에서 빗금으로 표시된 변조심볼들은 실제 물리채널로 전송되지 않고 삭제(pruning)되는 변조심볼들이다. 상기 변조 심볼들의 수 및 삭제되는 변조심볼들의 수는 데이터 레이트별로 다른 값이 사용된다. 복수개의 슬롯들을 사용하여 하나의 PLP를 전송하는 경우에는 부호어 단위의 반복이 이루어지며, 처음에 전송되는 준보완 부호(Quasi Complementary Code)의 삭제심볼 수를 제외한 나머지 반복되는 부호어의 삭제심볼 수는 항상 일정하다(예: 도 10~14, 도 19~23). 도면들에서 C₀, C₁, C₂, C₃ 등은 서브부호를 나타내고, P₀, P₁, P₂, P₃ 등은 각 서브부호에 대응하는 변조심볼들중에서 삭제되는 심볼을 나타낸다. 서브부호가 C₀, C₁, C₂, C₃ 등의 순서로 변경되는 것은 패킷 데이터 전송의 오류가 발생함에 따라 재전송이 요구될 시 서브부호를 변경시켜가면서 재전송 처리하는 것을 나타낸다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면이다. 이 실시예는 프리앰블, 파일럿 및 데이터가 1 슬롯 다중화 구성되는 단일 포맷의 전송 패킷 구조를 보여준다. 이때 전

도 21은 본 발명의 제7 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면이다. 이 실시예는

프리앰블, 파일럿 및 데이터가 다중 슬롯 다중화 구성되는 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여준다. 이때 전송 패킷은 프리앰블, 파일럿 및 데이터가 8 슬롯으로 다중화되고, 이 전송 패킷이 76.8kbps의 데이터 레이트를 가지는 경우(표 10의 상단 3번째 데이터 레이트에 해당)이다.

도 22는 본 발명의 제8 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면이다. 이 실시예는 프리앰블, 파일럿 및 데이터가 다중 슬롯 다중화 구성되는 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여준다. 이때 전송 패킷은 프리앰블, 파일럿 및 데이터가 16 슬롯으로 다중화되고, 이 전송 패킷이 38.4kbps의 데이터 레이트를 가지는 경우(표 10의 상단 2번째 데이터 레이트에 해당)이다.

도 23은 본 발명의 제9 실시예에 따른 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여주는 도면이다. 이 실시예는 프리앰블, 파일럿 및 데이터가 다중 슬롯 다중화 구성되는 이중 포맷의 전송 패킷 구조를 보여준다. 이때 전송 패킷은 프리앰블, 파일럿 및 데이터가 32 슬롯으로 다중화되고, 이 전송 패킷이 19.2kbps의 데이터 레이트를 가지는 경우(표 10의 상단 1번째 데이터 레이트에 해당)이다.

예를 들어, 상기 도 6 및

(표 9)에서 데이터 레이트가 2457.6kbps인 경우, 하나의 PLP로 전송가능한 변조 심볼들의 수는 $(64+1056)$ 이고 서브부호 C_0 에 의해 생성된 부호어 심볼을 변조시킬 시 생성되는 변조 데이터 심볼들의 수는 $(1056+92)$ 이다. 그러므로 92개의 변조심볼들이 삭제된다. 여기서 64는 프리앰블의 심볼들의 수이고, 1056은 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수($1056+92$)에서 삭제되는 변조심볼들의 수(92)를 뺀 값이다. 이와 같이 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수에서 일부 변조심볼들을 삭제함에 의해 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수와 전송가능한 변조심볼들의 수가 동일하게 된다. 다른 예로, 상기 도 11 및

(표 9)에서 데이터 레이트가 153.6kbps 경우, 하나의 PLP로 전송가능한 변조 심볼들의 수는 $(256+864+1120)=(1120+1120)$ 이고 서브부호 C_0 에 의해 생성된 부호어 심볼을 변조시킬 시 생성되는 변조 데이터 심볼들의 수는 $(864+1120+288)$ 이고, 서브부호 C_1 에 의해 생성된 부호어 심볼을 변조시킬 시 생성되는 변조 데이터 심볼들의 수는 $(1120+1120+64)$ 이다. 그러므로 서브부호 C_0 에 의해 생성된 부호어 심볼에 대해서는 288개의 변조심볼들(P_0)이 삭제되고, 서브부호 C_1 에 의해 생성된 부호어 심볼에 대해서는 64개의 변조심볼들(P_1)이 삭제된다.

상기 첫 번째 예에서 알 수 있는 바와 같이, 물리계층패킷(PLP)이 전송되는 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서는 다음과 같이 심볼 삭제 동작이 수행된다. 프리앰블의 심볼들의 수와 복수의 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들이 삭제된다.

4. 전송심볼 삭제(Symbol Pruning)

전술한 (2-2)방식에 따르면 심볼 삭제가 요구되는데, 이러한 동작을 위한 패킷 데이터 전송 장치의 실시예들이 도 24 및 도 25에 도시되어 있다. 도 24 및 도 25에 도시된 패킷 데이터 전송 장치는 제어부 100, 터보 부호기 101, 서브부호 발생기 102, 채널 인터리버 103, 변조기 104 및 심볼 삭제기 105를 포함한다. 이러한 패킷 데이터 전송 장치는 물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하고 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 상기 서브부호들을 순차적으로 전송한다.

상기 도 24에서, 터보 부호기(Turbo Encoder) 101은 전송을 위해 입력되는 PLP 정보비트열을 터보 부호에 의해 부호화하고, 부호어 심볼을 출력한다. 일 예로, 상기 터보 부호기 101은 입력되는 정보비트열을 부호율 $R=1/5$ 로 부호화한다. 서브부호 발생기 102는 수신측으로부터의 재전송 요청시 이전에 전송된 서브부호에 심볼에 대한 부호화 동일 또는 다른 서브부호를 선택하고 선택된 서브부호에 의한 부호어 심볼들을 발생한다. 상기 서브부호 발생기 102에 의한 부호 선택 동작은 일종의 리던던시(redundancy)를 부가하는 동작이다. 상기 터보 부호기 101과 상기 서브부호 발생기 102는 전술한 도 2에 도시된 바와 같은 서브 부호(준보완 부호)를 발생하는 서브 부호(준보완 부호) 발생 장치로서 동작한다. 즉, 상기 터보 부호기 101 및 상기 서브부호 발생기 102는 도 2에 도시된 터보 부호기(201,202,203)와, 서브부호 발생기 204에 해당한다. 상기 서브부호 발생기 102에 의한 서브부호 발생 동작은 제어부 100에 의해 결정되는 최소 부호율에 따른다.

채널 인터리버(Channel Interleaver) 103은 상기 서브부호 발생기 102의 출력을 채널 인터리빙하고 채널 인터리빙된 심볼들을 출력한다. 이러한 채널 인터리버 103으로는 블록 인터리버(block interleaver)가 사용될 수 있다. 변조기 104는 상기 채널 인터리버 103의 출력을 미리 지정된 변조방식에 따라 변조하고 변조심볼들을 생성한다. 예를 들어, 상기 변조기 104의 변조 방식에는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)/8-PSK(Phase Shift Keying) /16-QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이 사용될 수 있다. 심볼 삭제기(symbol pruner) 105는 상기 제어부 100에 의해 제어되어 상기 변조기 104의 출력 심볼들중 후반부의 일부 심볼들을 삭제한다.

상기 제어부 100은 PLP 정보비트열이 할당되는 시간구간들 각각에서 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정한다. 또한, 상기 제어부 100은 상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전

송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 심볼 삭제기 105를 제어하여 상기 대응 서브부호의 심볼들이 삭제되도록 한다. 특히, 복수의 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제는 다음과 같이 수행된다. 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 삭제한다. 이러한 심볼 삭제기 105에 의한 심볼 삭제 동작은 이미 전송한 전송 트래픽 패킷의 구조 및 전송 방식과 관련하여 도 6 내지 도 23을 참조하여 설명된 바 있다.

한편, 상기 도 24에서는 심볼 삭제(Symbol Pruning)의 동작이 변조기 104에 의한 변조 동작 이후에 수행되는 것으로 도시 및 설명되었다. 즉, 상기 변조기 104가 채널 인터리버 103과 심볼 삭제기 105의 사이에 위치하는 것으로 도시되었다. 이때 상기 변조기 104는 채널 인터리버 103으로부터 출력되는 심볼열을 순서적으로 나누어서 변조 심볼에 대응시키는 기능 블록이다. 즉, 상기 변조기 104는 채널 인터리버 103으로부터 전달되는 심볼의 순서와 동일한 순서로 변조 심볼을 출력한다. 상기 심볼 삭제기 105에 의한 심볼 삭제 동작은 도 6 내지 도 23에 도시된 내용으로부터 알 수 있는 바와 같이, 채널인터리버 103의 출력 심볼들중 후반부의 일부 심볼들을 삭제하는 것과 동일하다. 따라서 상기 심볼 삭제기 105가 도 25에 도시된 바와 같이 채널 인터리버 103과 변조기 104의 사이에 위치하는 경우에도 동일한 심볼 삭제 동작이 수행된다는 사실에 유의하여야 한다.

상기 도 25를 참조하면, 서브부호 발생기 102는 물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생한다. 제어부 100은 상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정한다.

채널 인터리버 103은 상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙한다. 심볼 삭제기 104는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제한다. 변조기 105는 상기 삭제되고 남은 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 전송을 위한 변조심볼들을 생성한다. 상기 심볼 삭제기는, 상기 채널 인터리빙된 심볼들중에서 후반부의 심볼들을 삭제한다.

상기 도 24 및 도 25에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 패킷 데이터 전송 장치에 의해 채널 인터리버 103로부터 출력되는 후반부의 심볼이 삭제되면, 수신기에서는 다음과 같은 현상이 발생된다.

예를 들어, 채널 인터리버의 크기가 NC이고, 심볼이 삭제된 부호심볼의 수가 LC(=NC-PC)이고, 삭제된 심볼 수가 PC라고 가정하면, PC개의 부호심볼들은 수신기에서 채널 디인터리빙에 의해서 랜덤하게 천공(Puncturing)된 것으로 간주된다. 상기 천공된 것으로 간주된 부분은 이레이저 심볼(Erasure symbol)로 처리된 후 복호가 수행한다. 이때 채널 디인터리버의 기능상 채널 인터리버의 후반부에 있는 심볼들은 채널 디인터리빙 이후에 랜덤하게 전체 부호심볼들에 배분되므로, 결국 복호기 입장에서는 LC개의 랜덤 오류가 발생된 것으로 간주되며 성능상으로 랜덤오류에 의한 성능감쇄만이 발생한다. 이러한 성질은 대부분의 시스템이 사용하는 부호가 랜덤오류정정부호라는 점을 감안할 때 성능상 문제가 없음을 의미한다. 또한 이 오류부분을 이레이저로 처리하면 실질적인 성능감쇄는 PC만큼 부호심볼이 감쇄된 새로운 부호율의 부호로 간주된다. 즉, 실질 부호율 Re 가 $NC/(NC-PC)$ 만큼 증가된 것으로 나타나고 이에 따른 성능이 얻어진다. 따라서 채널 인터리버의 후반부 심볼들을 삭제하더라도 (Re

(1)인 경우에 성능은 이 부호율에 해당되는 평균 성능을 제공할 수 있으므로, 문제가 되지 않는다. 이와 같은 성질의 채널 인터리버 중에서 가장 좋은 구조는 채널 인터리버의 후반부에 있는 심볼들이 채널 디인터리빙 이후에 균일한 간격으로 전체 부호심볼들에 배분되는 구조이며 이런 채널인터리빙을 사용하는 것이 최적의 방식이 된다.

전술한 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은 하나의 물리채널 전송 프레임에 하나의 부호어 심볼(서브부호어 심볼)이 전송되도록 전송 패킷의 길이와 구조를 결정함으로써 패킷 데이터의 전송 처리율을 향상시킬 수 있는 이점이 있다. 특히, 패킷 데이터의 재전송시 수신기의 구현 복잡도를 최소화하고 송신기와의 전송 프로토콜을 단순화할 수 있으며, 또한 전송 부호어 심볼에 대한 ACK/NACK이 일정한 주기를 가지고 송신기에 전달될 수 있도록 하는 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하고 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 상기 서브부호들을 순차적으로 전송하는 방법에 있어서,

상기 각 시간구간에서 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호

을 결정하는 과정과,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 대응 서브부호의 심볼들을 삭제(pruning)하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 대응 서브부호의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 대응 서브부호의 심볼들은 채널 인터리빙된 심볼들임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제 과정은,

프ري앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 5

패킷 데이터를 전송하기 위한 방법에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 과정과,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 과정과,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 과정과,

상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 상기 대응 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 생성하는 과정과,

상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 생성된 변조심볼들을 삭제하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 생성된 변조심볼들의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제 과정은,

프ري앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 8

패킷 데이터를 전송하기 위한 방법에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 과정과,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 과정과,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 과정과,

상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 과정과,

상기 삭제되고 남은 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 전송을 위한 변조 심볼들을 생성하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제 과정은,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 11

패킷 데이터를 전송하기 위한 장치에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생시키는 서브부호 발생기와,

상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들 각각에서 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 제어부와,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 대응 서브부호의 심볼들을 삭제(pruning)하는 심볼 삭제기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 대응 서브부호의 후반부 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 14

패킷 데이터를 전송하기 위한 장치에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생시키는 서브부호 발생기와,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 제어부와,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 채널 인터리버와,

상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 상기 대응 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 생성하는 변조기와,

상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 생성된 변조심볼들의

수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 생성된 변조심볼들을 삭제하는 심볼 삭제기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 생성된 변조심볼들의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 17

패킷 데이터를 전송하기 위한 장치에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 서브부호 발생기와,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 제어부와,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 채널 인터리버와,

상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 심볼 삭제기와,

상기 삭제되고 남은 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 전송을 위한 변조 심볼들을 생성하는 변조기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 18

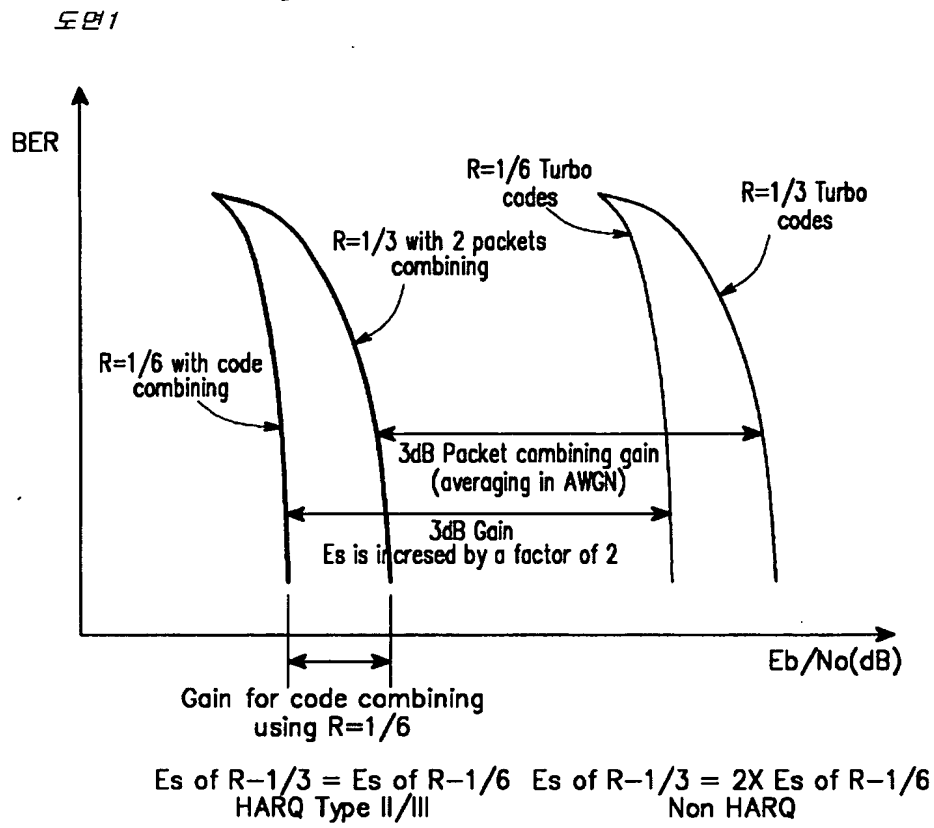
제17항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 후반부 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 19

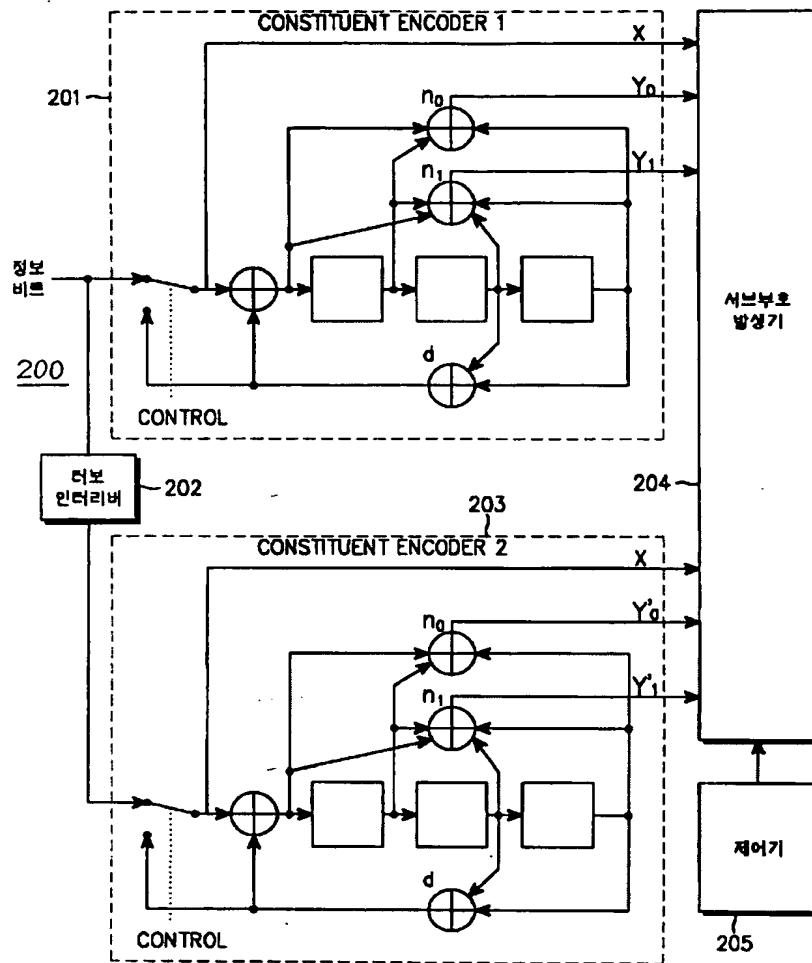
제17항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

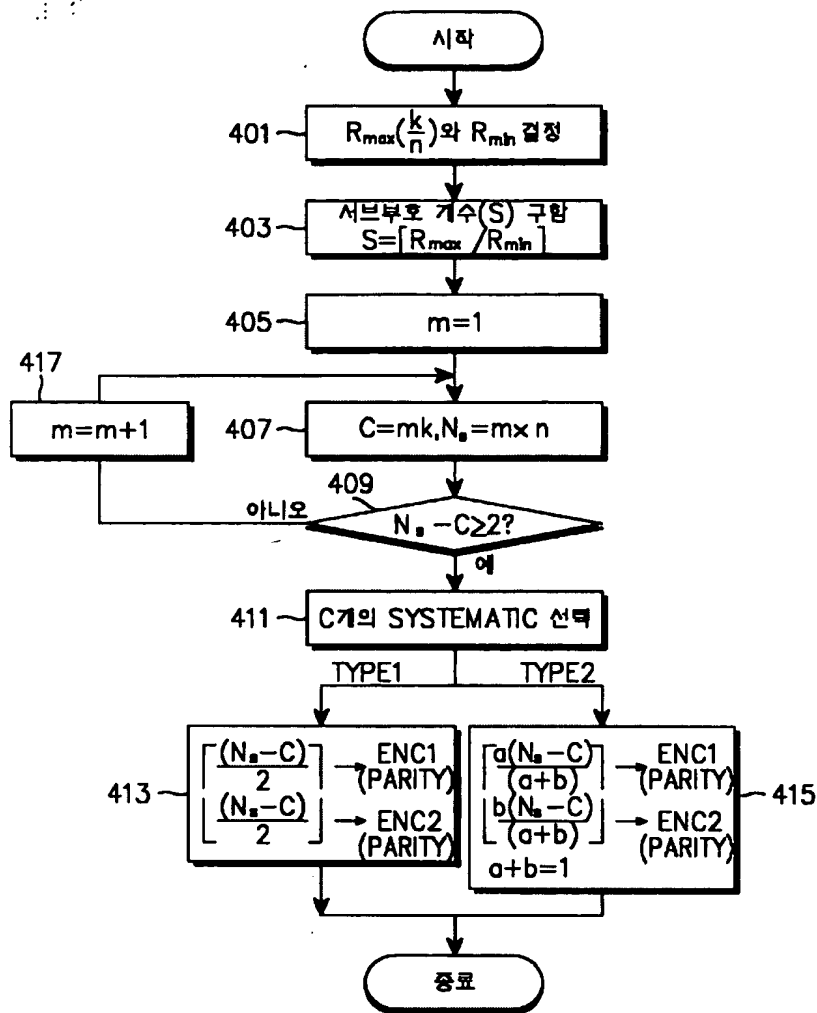
도면



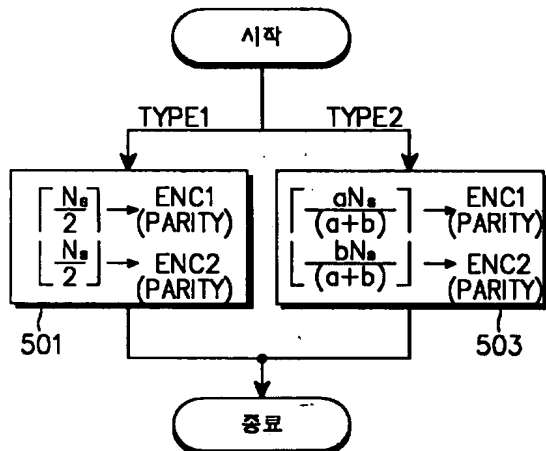
도면2



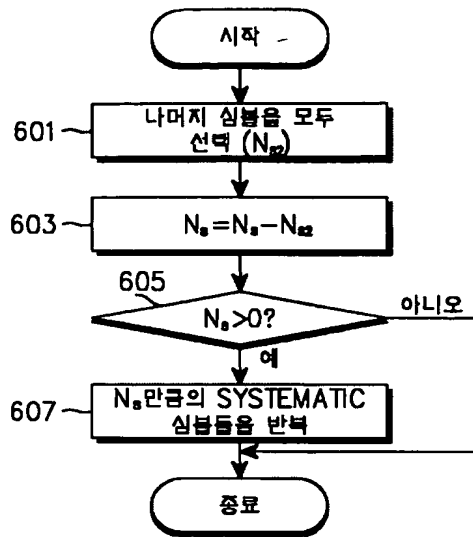
도면3



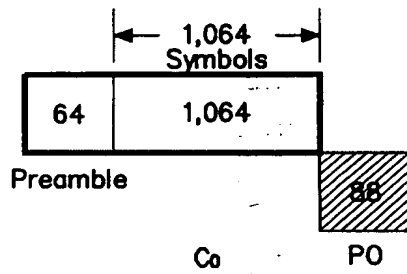
도면4



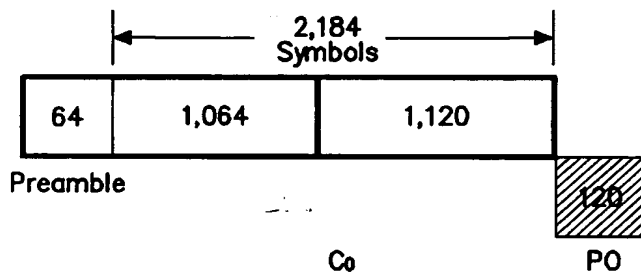
도면5



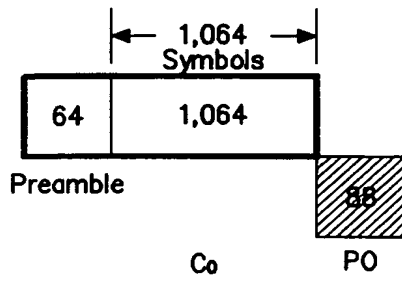
도면6



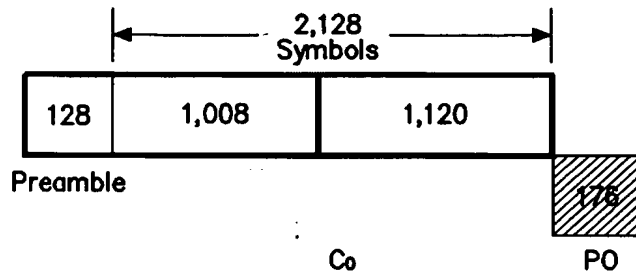
도면7



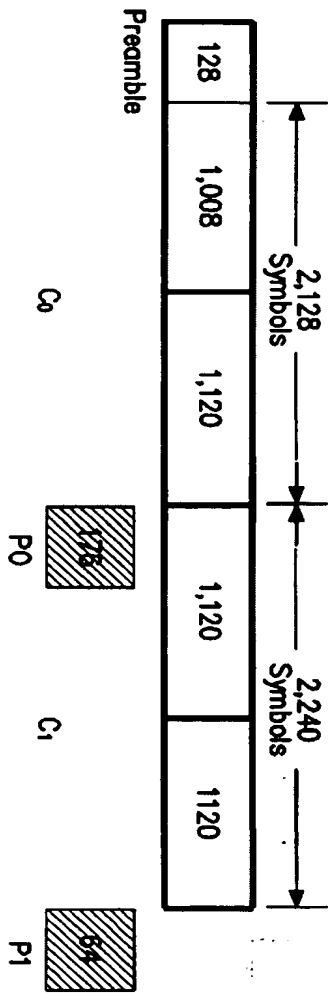
도면8



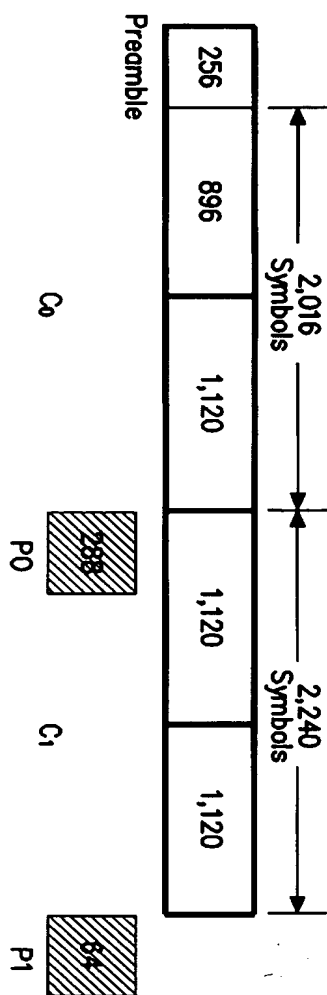
도면9



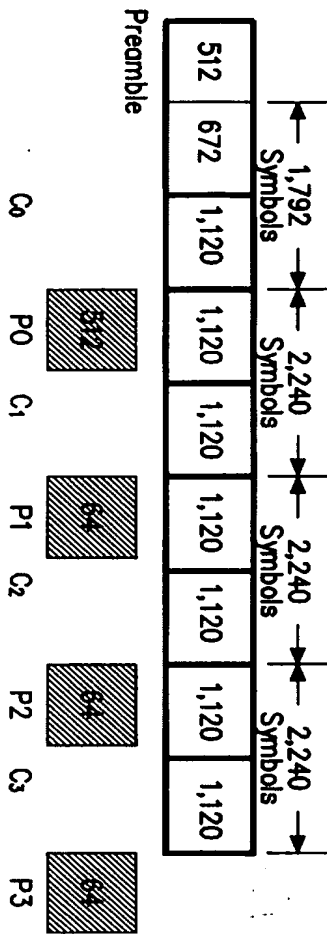
도면10



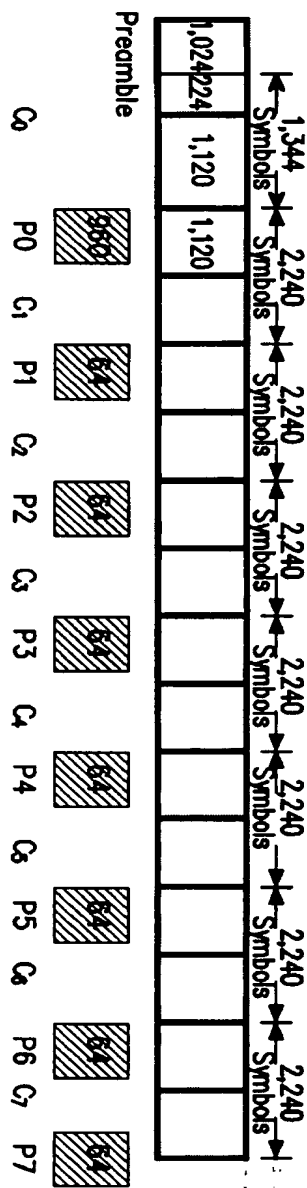
도면11



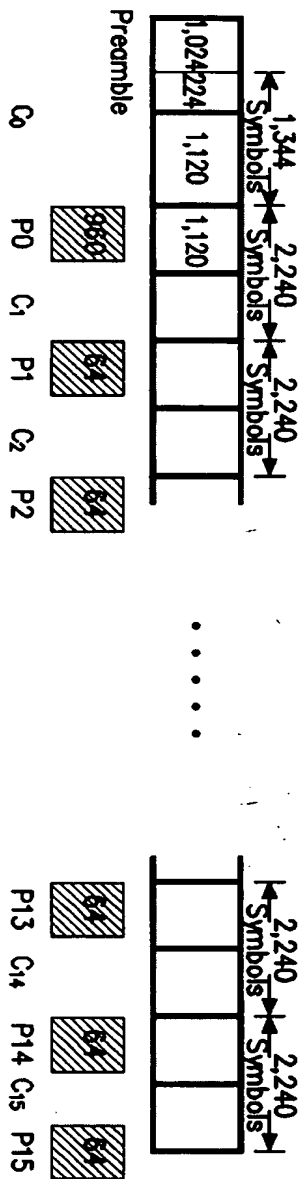
도면12



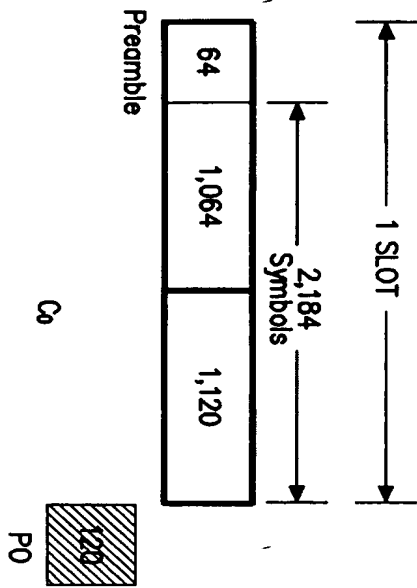
도면 13



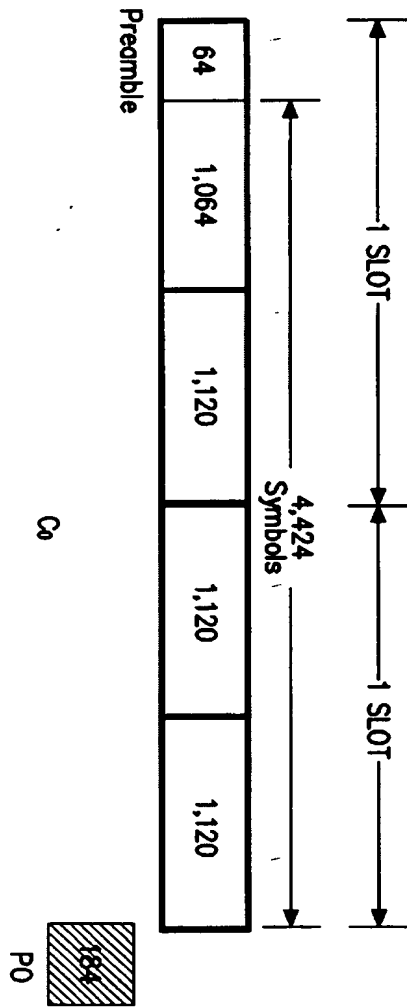
도면 14



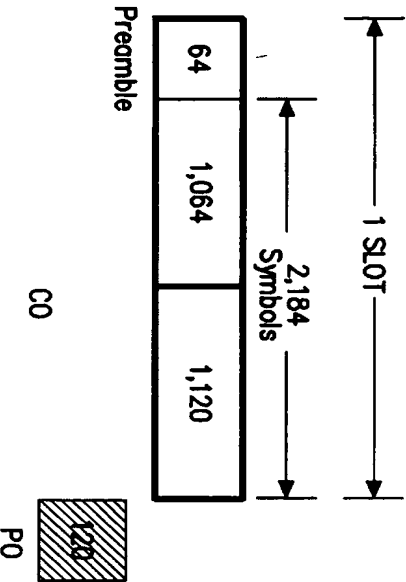
도면 15



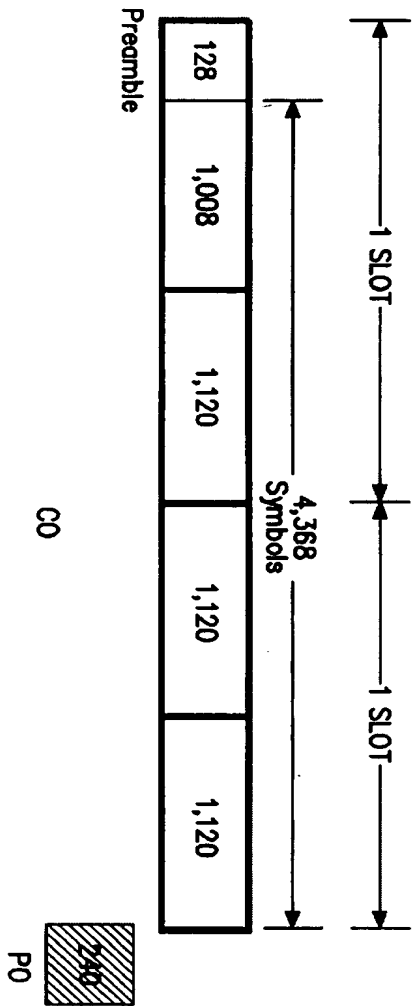
도면16



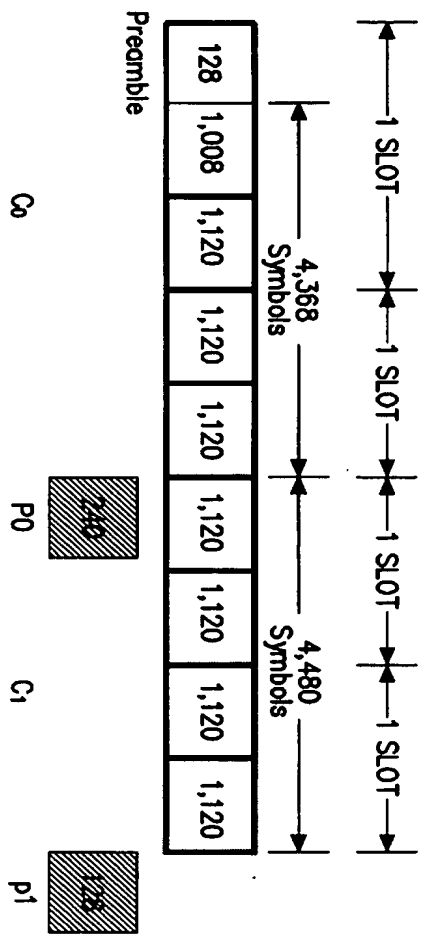
도면17



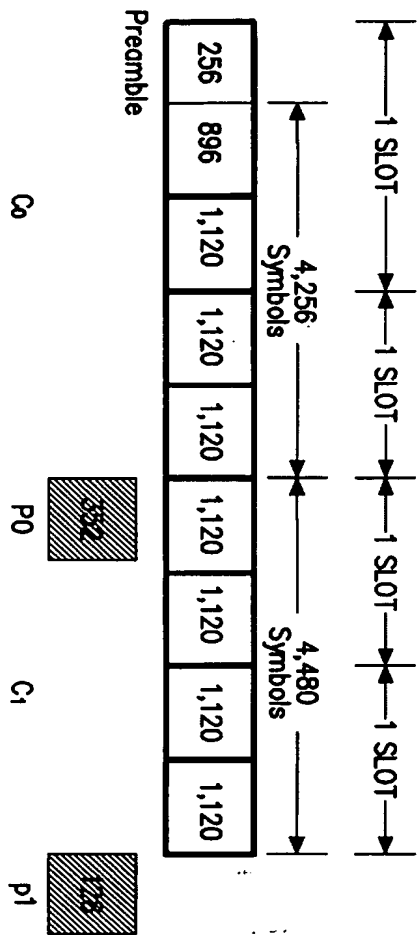
도면 18



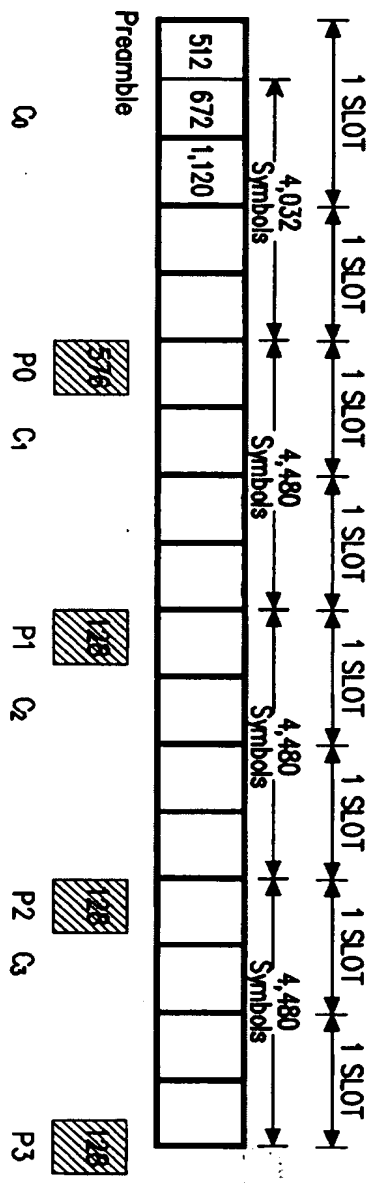
도면 19



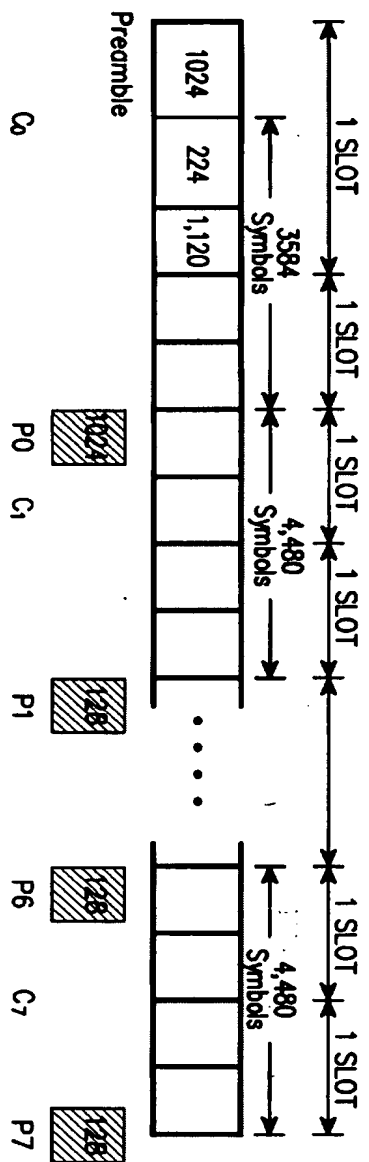
도면20



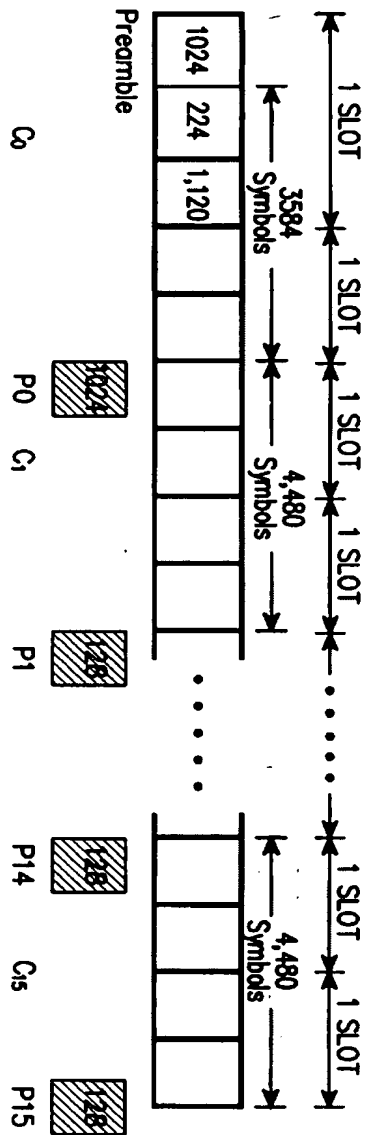
도면21



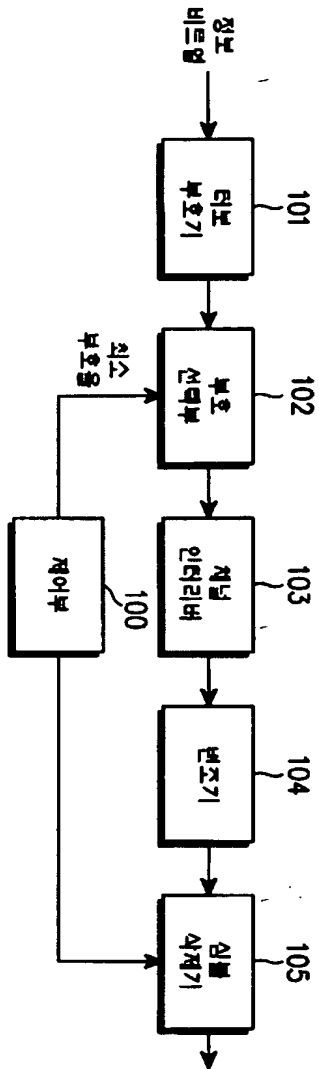
도면22



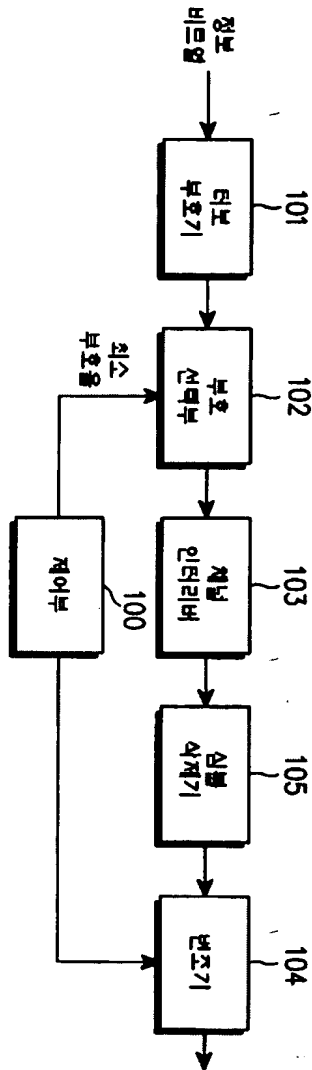
도면23



도면24



도면25



(57) 청구의 범위

청구항 1

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하고 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 상기 서브부호들을 순차적으로 전송하는 방법에 있어서,

상기 각 시간구간에서 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 과정과,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 대응 서브부호의 심볼들을 삭제(pruning)하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 대응 서브부호의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 대응 서브부호의 심볼들은 채널 인터리빙된 심볼들임을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제 과정은,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 5

패킷 데이터를 전송하기 위한 방법에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 과정과,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 과정과,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 과정과,

상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 상기 대응 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 생성하는 과정과,

상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 생성된 변조심볼들을 삭제하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 생성된 변조심볼들의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제 과정은,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 8

패킷 데이터를 전송하기 위한 방법에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 과정과,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 과정과,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 과정과,

상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 과정과,

상기 삭제되고 남은 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 전송을 위한 변조 심볼들을 생성하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서의 상기 심볼 삭제 과정은,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

청구항 11

패킷 데이터를 전송하기 위한 장치에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생시키는 서브부호 발생기와,

상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들 각각에서 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호에 대응하는 변조심볼의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 제어부와,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 대응 서브부호의 심볼들을 삭제(pruning)하는 심볼 삭제기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 대응 서브부호의 후반부 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 14

패킷 데이터를 전송하기 위한 장치에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생시키는 서브부호 발생기와,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 제어부와,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 채널 인터리버와,

상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 상기 대응 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 생성하는 변조기와,

상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 생성된 변조심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 생성된 변조심볼들을 삭제하는 심볼 삭제기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 생성된 변조심볼들의 후반부 심볼들이 삭제되는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰

들의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 변조심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 17

패킷 데이터를 전송하기 위한 장치에 있어서,

물리계층패킷(PLP) 정보비트열의 입력에 응답하여 상기 물리계층패킷 정보비트열이 할당되는 시간구간들에서 동일 또는 다른 부호율들로 복수의 서브부호들을 발생하는 서브부호 발생기와,

상기 각 시간구간에서 생성되는 대응 서브부호를 변조하는 방식에 의해 결정되는 상기 대응 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 변조심볼들의 수가 상기 각 시간구간에서 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하거나 크게 되는 최소 부호율을 결정하는 제어부와,

상기 최소 부호율에 의해 발생된 상기 대응 서브부호의 심볼들을 채널 인터리빙하는 채널 인터리버와,

상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수가 상기 전송가능한 변조심볼들의 수와 동일하도록 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 심볼 삭제기와,

상기 삭제되고 남은 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 상기 변조 방식에 의해 변조하고 전송을 위한 변조 심볼들을 생성하는 변조기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 18

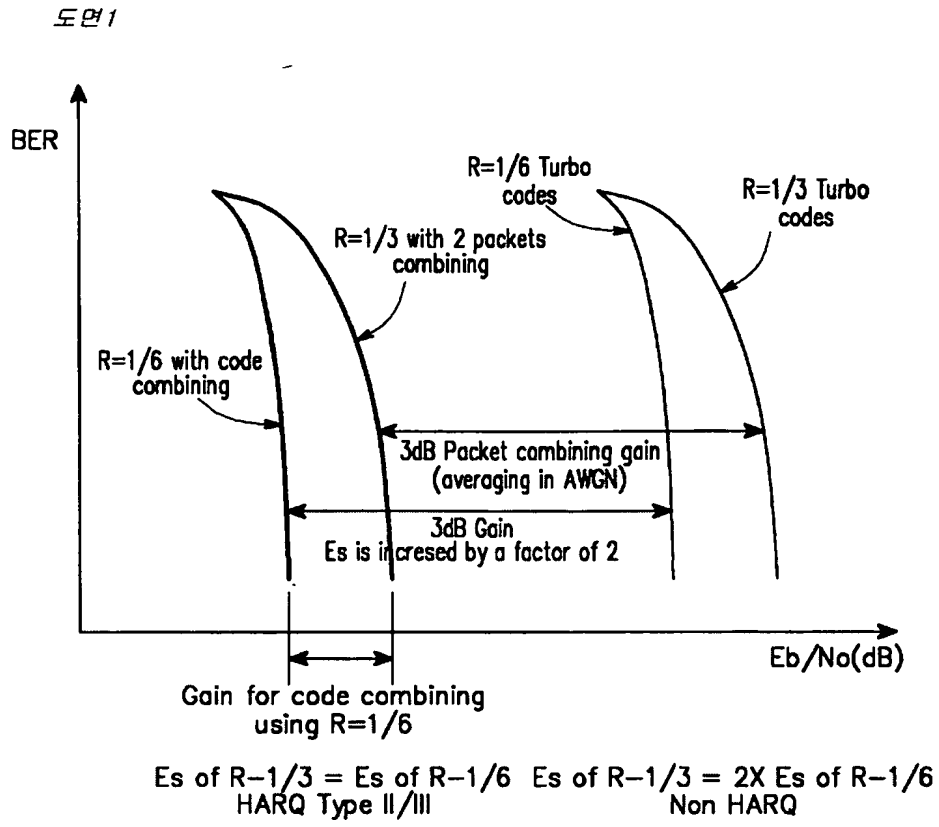
제17항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 후반부 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

청구항 19

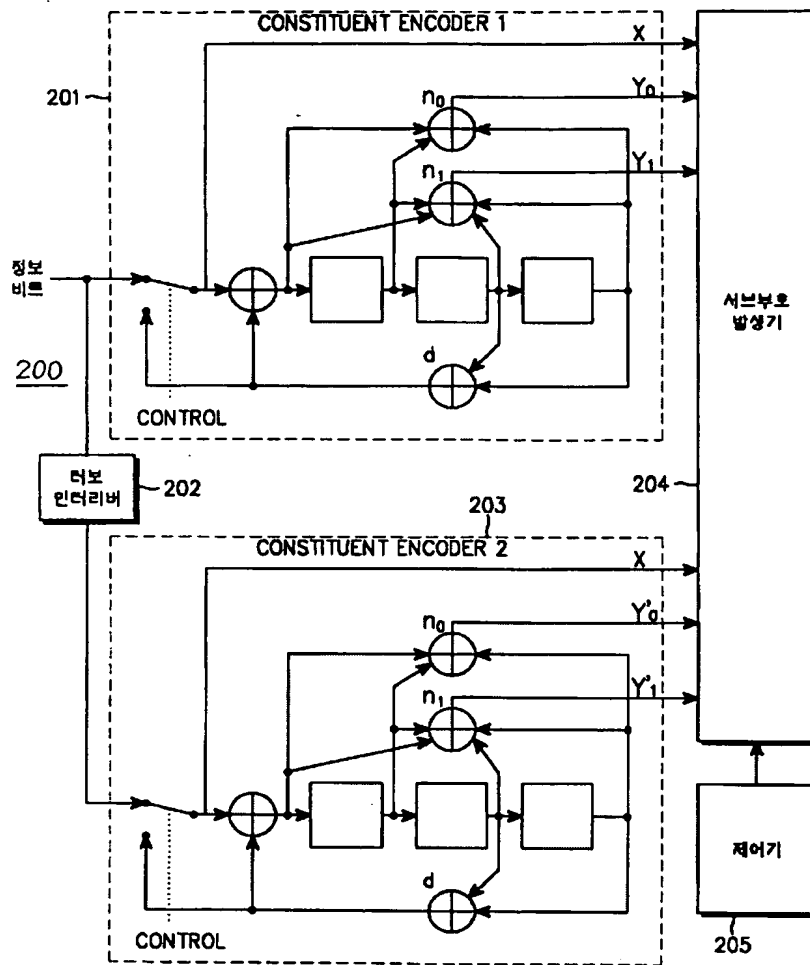
제17항에 있어서, 상기 심볼 삭제기는, 상기 시간구간들중 첫 번째 시간구간에서,

프리앰블의 심볼들의 수와 상기 최소부호율에 의해 발생된 상기 서브부호들중 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조심볼들의 수보다 클 때, 상기 프리앰블의 심볼들의 수와 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들의 수에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들의 수의 합이 상기 전송가능한 변조 심볼들의 수와 동일하도록 상기 첫 번째 서브부호의 심볼들에 대응하는 상기 채널 인터리빙된 심볼들을 삭제하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

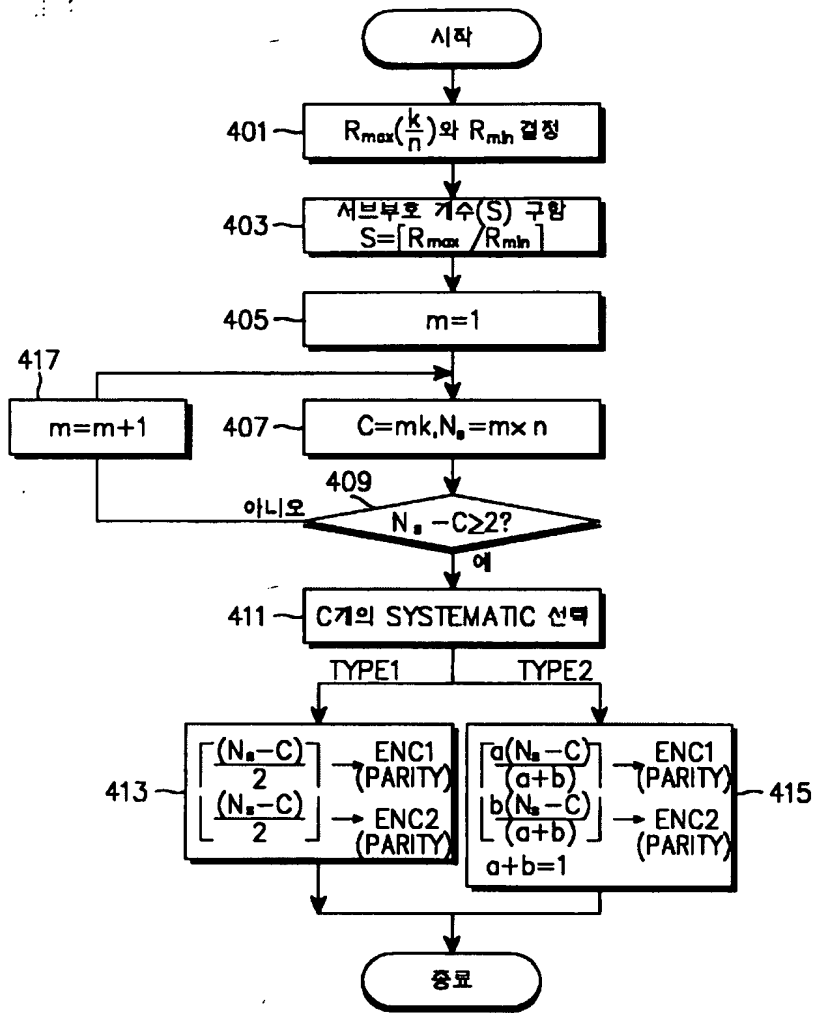
도면



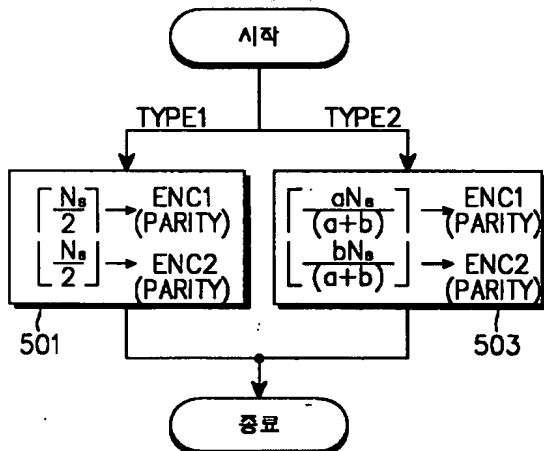
도면2



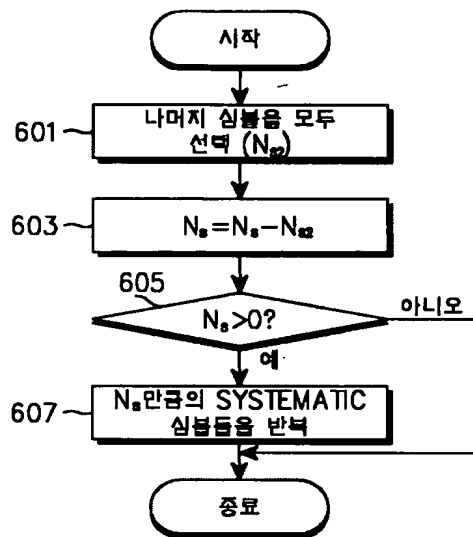
도면3



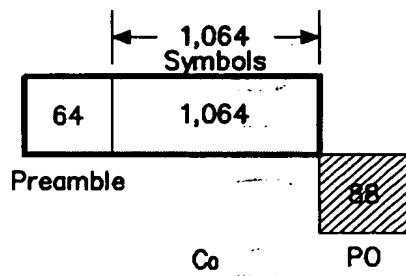
도면4



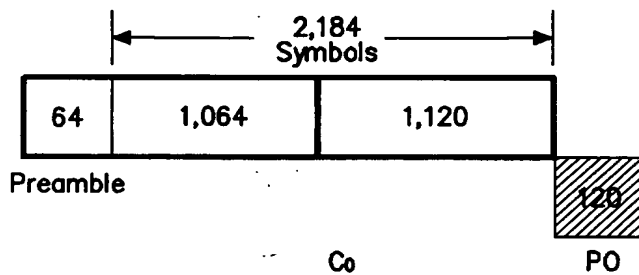
도면5



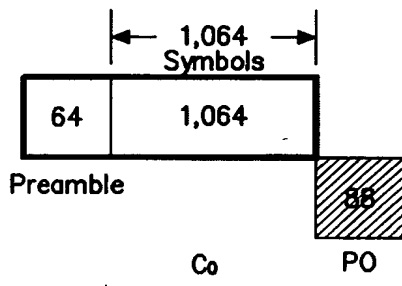
도면6



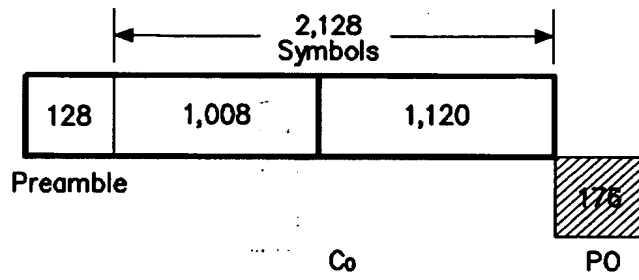
도면7



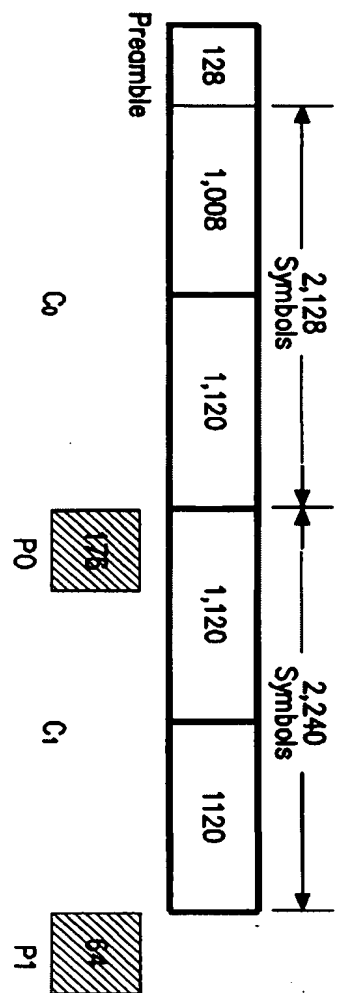
도면8



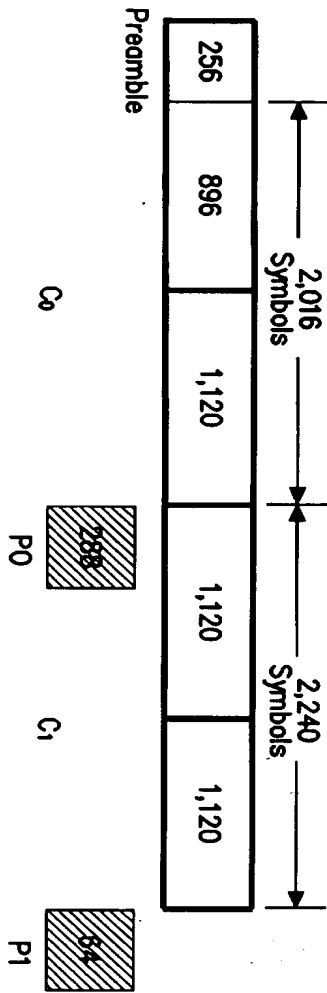
도면9



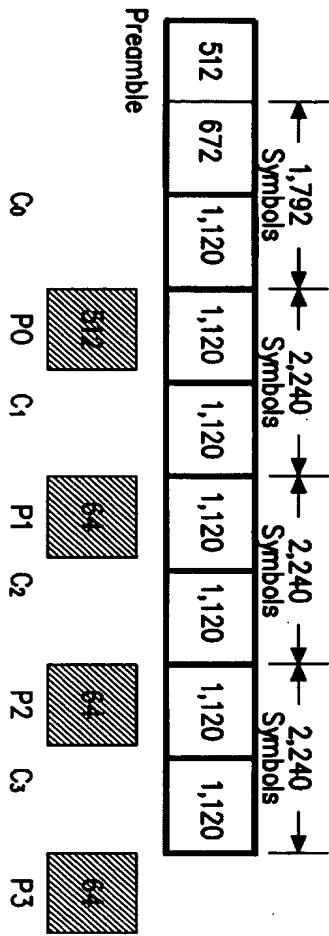
도면 10



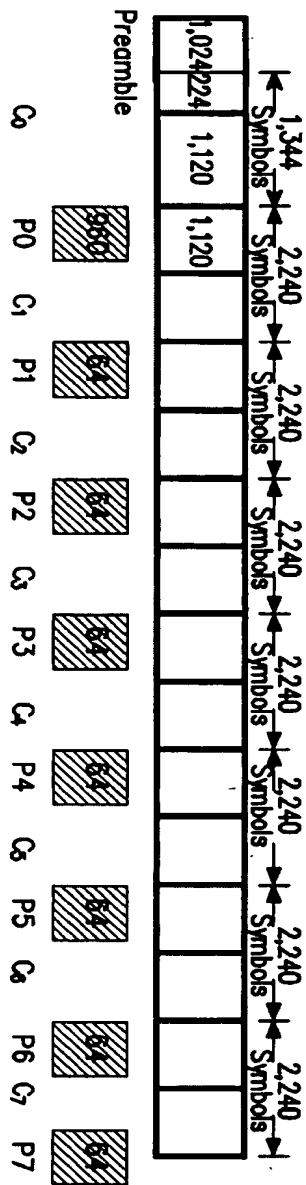
도면11



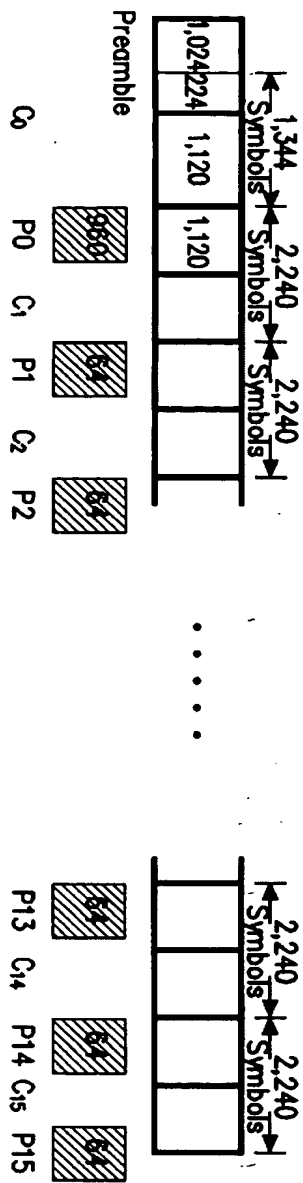
도면 12



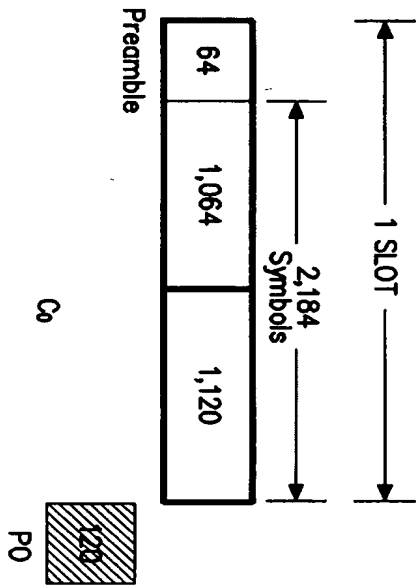
도면 13



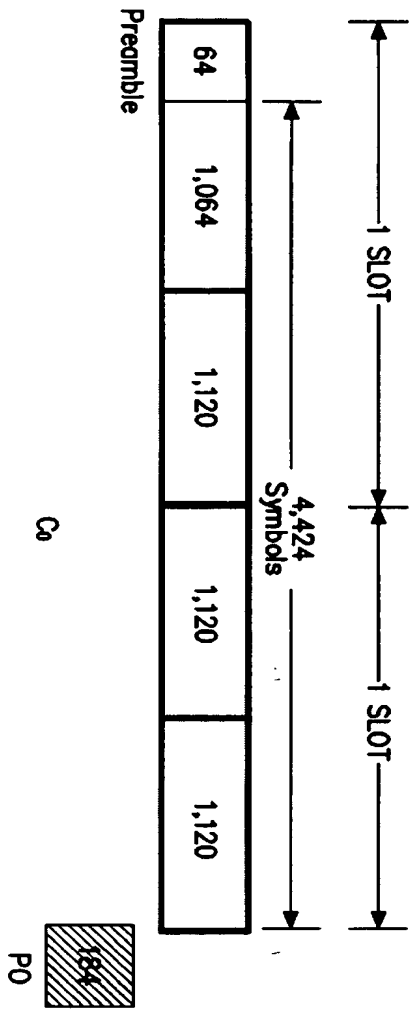
도면 14



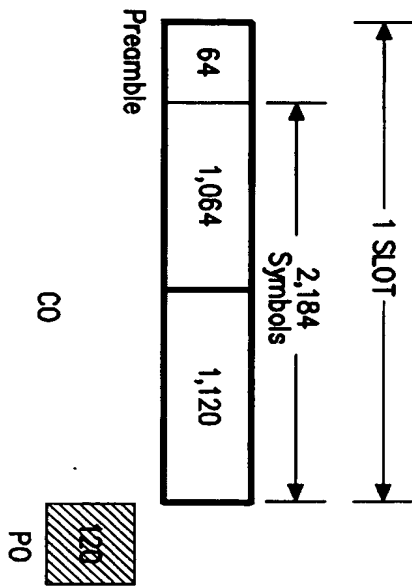
도면 15



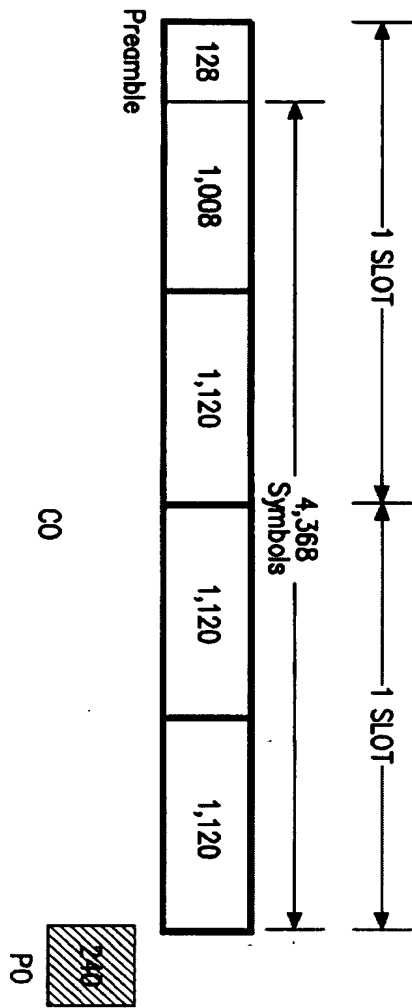
도면 16



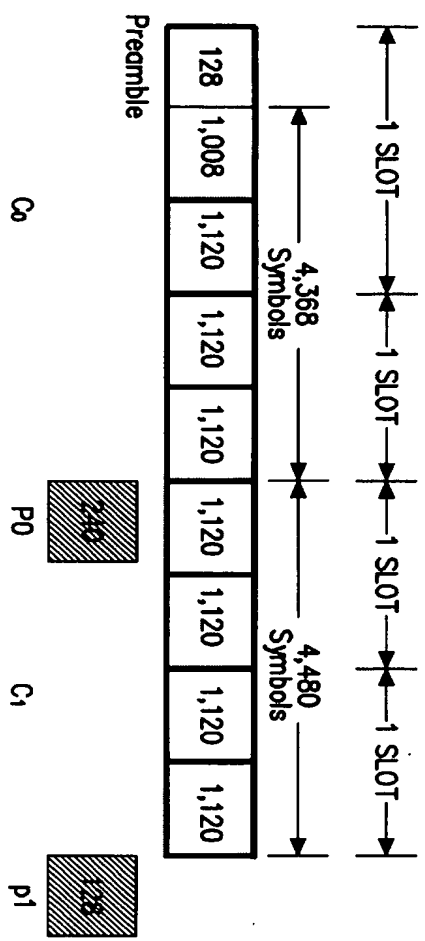
도면17



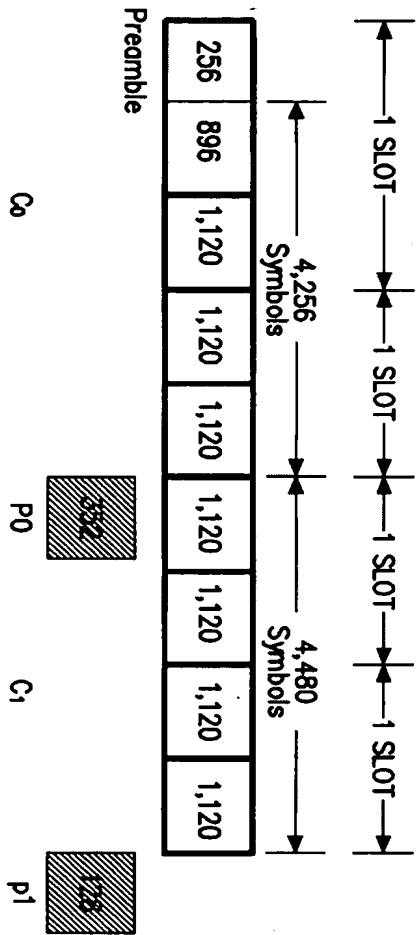
도면 18



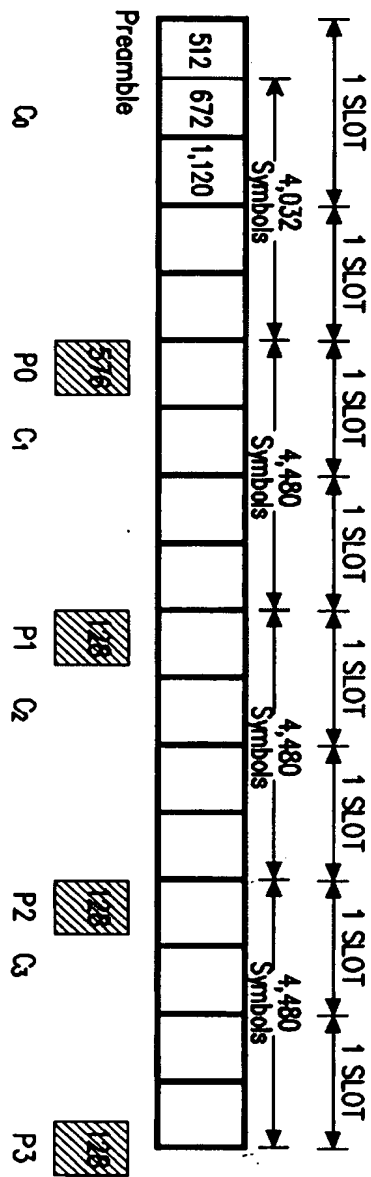
도면 19



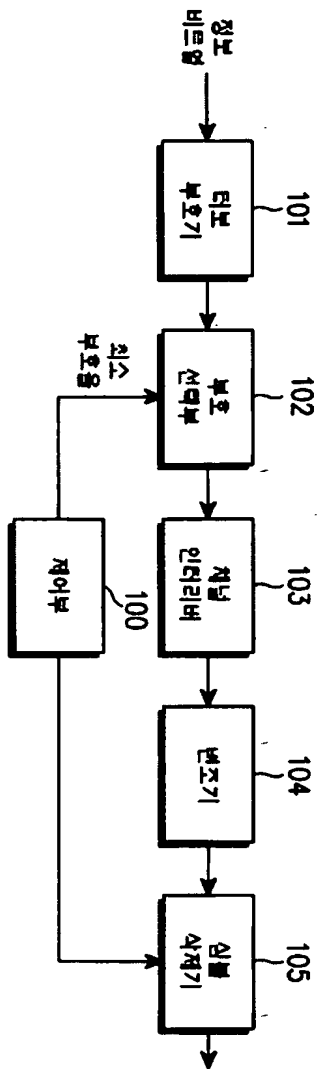
도면20



도면21



도면24



도면25

